

04.01.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 2 月 1 6 日

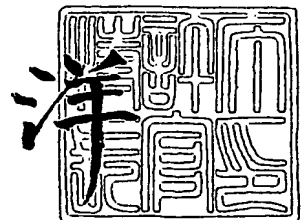
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 4 1 7 7 7 4
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 1 7 7 7 4]

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 2 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2032450327
【提出日】 平成15年12月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G11B 7/00
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 小林 良治
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 虫鹿 由浩
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

透明な平板状のディスク基材と、前記ディスク基材に設けられた記録層と、前記記録層と所定の位置関係にある反射層とを備えた光ディスクに対し、光源から出射した光ビームを前記ディスク基材を介して前記記録層に照射し、前記記録層上に集光スポットを形成する光ディスク装置であって、前記集光スポットにより反射された第 1 の反射光を受光する第 1 の光検出器と、前記反射層により反射された第 2 の反射光を受光する第 2 の光検出器とを備え、前記第 1 の光検出器の出力を用いて前記記録層に記録された情報を検出すると共に、前記第 2 の光検出器の出力を用いて前記光ディスクのチルト検出を行う光ディスク装置。

【請求項 2】

前記記録層が前記反射層よりも前記レーザ光の入射面に近いことを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク装置。

【請求項 3】

前記第 2 の反射光を前記第 2 の光検出器に導く光路中に形成され、この反射光のデフォーカス収差及び球面収差をキャンセルする収差キャンセル手段を備えたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の光ディスク装置。

【請求項 4】

前記収差キャンセル手段は、デフォーマブルミラーを備えることを特徴とする請求項 3 記載の光ディスク装置。

【請求項 5】

前記収差キャンセル手段は、前記第 2 の光検出器に前記第 2 の反射光を集光する集光レンズと、前記集光レンズを移動させるレンズ移動手段を備えることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の光ディスク装置。

【請求項 6】

透明な平板状のディスク基材と、前記ディスク基材に設けられた記録層と、前記ディスク基材を介して入射した光ビームの位相を少なくとも一部ランダム化する散乱部とを備えたことを特徴とする光ディスク。

【請求項 7】

前記散乱部は、前記記録層に設けられることを特徴とする請求項 6 記載の光ディスク。

【請求項 8】

前記散乱部は、前記記録層に設けられたサーボマークであることを特徴とする請求項 7 記載の光ディスク。

【請求項 9】

前記散乱部が、前記記録層とは異なる層に設けられることを特徴とする請求項 8 記載の光ディスク。

【請求項 10】

前記散乱部は、表面に微小な凹部かつまたは凸部を備えた乱反射部である請求項 6 から請求項 9 のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項 11】

前記凹部の深さまたは前記凸部の高さが前記光ビームの半波長分以上である請求項 10 に記載の光ディスク。

【請求項 12】

前記散乱部は、前記光ビームに対して透過性を有する媒質中に、前記光ビームを反射する散乱物質をその表面から前記光ビームの半波長以上の深さにわたって分散した請求項 6 から請求項 11 のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項 13】

前記散乱物質は、前記媒質に前記光ビームよりも高いエネルギーを選択的に付与することにより前記媒質を変質させて形成された請求項 12 記載の光ディスク。

【請求項 14】

前記散乱物質は、前記媒質に核となる吸光体を分散し、前記吸光体に選択的に前記エネルギーを吸収させて前記核を成長させて形成された請求項 13 記載の光ディスク。

【請求項 15】

前記散乱部が、前記レーザ光の波長と異なる蛍光を発することを特徴とする請求項 6 から請求項 12 のいずれかに記載の光ディスク。

【請求項 16】

請求項 6 から請求項 15 のいずれかに記載された光ディスクに対し、光源から出射した光ビームを前記ディスク基材を介して前記散乱部に照射して集光スポットを形成する光ディスク装置であって、前記散乱部によって散乱された反射光を受光する光検出器を備え、前記光検出器の出力を用いて前記光ディスクのチルト検出を行う光ディスク装置。

【請求項 17】

透明な平板状のディスク基材と、前記ディスク基材に設けられた記録層とを備えた光ディスクに対し、光源から出射した光ビームを前記ディスク基材を介して前記記録層に照射する光ディスク装置であって、前記光ビームを第 1 の開口数で前記光ディスクに入射させる往路光学系と、前記光ディスクからの反射光を前記第 1 の開口数よりも大きい第 2 の開口数で受光して光検出器に導く復路光学系とを備え、前記光検出器の出力を用いて前記光ディスクのチルト検出を行う光ディスク装置。

【請求項 18】

前記第 1 の開口数が 0.2 以下であり、前記第 2 の開口数が 0.6 以上である請求項 17 に記載の光ディスク装置。

【請求項 19】

前記光ディスクが前記反射光の位相を少なくとも一部ランダム化する散乱部を備えた請求項 17 または請求項 18 に記載の光ディスク装置。

【請求項 20】

前記光ビームを前記記録層上の情報記録部に集光して、前記情報記録部への記録かつ／又は再生を行う記録再生モードと、前記光ビームを前記散乱部に集光してチルト検出を行うチルト検出モードとを時分割で切り替え可能に設けた光ディスク装置であって、前記光ディスクに入射させる前記光ビームの開口数を前記第 1 の開口数と前記第 2 の開口数との間で切り替え可能に設けた開口シャッターを備え、前記チルト検出モード時は前記開口シャッターが前記レーザ光を前記第 1 の開口数に設定し、前記記録再生モード時は前記開口シャッターが前記レーザ光を前記第 2 の開口数に設定する請求項 19 に記載の光ディスク装置。

【請求項 21】

前記復路光光学系が、前記光ディスクからの反射光について、前記第 1 の開口数よりも大きくかつ前記第 2 の開口数以下に対応する輪帯領域内の光を前記光検出器に導く請求項 17 から請求項 20 のいずれかに記載の光ディスク装置。

【請求項 22】

前記光ディスク装置が、互いに波長が異なる第 1 および第 2 のレーザ光を発生し、前記第 1 のレーザ光を前記情報記録部に集光して第 1 の集光スポットを形成し、前記第 2 のレーザ光を前記散乱部上に集光して第 2 の集光スポットを形成し、前記第 1 の光検出器が第 1 の集光スポットにより反射された前記第 1 のレーザ光を受光し、前記第 2 の光検出器が第 2 の集光スポットにより反射された前記第 2 のレーザ光を受光し、前記第 1 の光検出器の出力を用いて前記記録層に記録された情報を検出すると共に、前記第 2 の光検出器の出力を用いて前記光ディスクのチルト検出を行う請求項 17 から請求項 21 のいずれかに記載の光ディスク装置。

【請求項 23】

透明な平板状のディスク基材と、前記ディスク基材に設けられた記録層とを備えた光ディスクに対し、レーザ光を前記ディスク基材を介して前記記録層に照射し、前記記録層上に集光スポットを形成する光ディスク装置であって、前記記録層に照射するレーザ光の波面を制御する波面制御デバイスと、前記記録層よりの反射光を受光する光検出器を備え、前

記記録層に照射するレーザ光の波面に所定量のデフォーカス収差、又は、球面収差が含まれる様に前記波面制御デバイスを時分割制御し、前記反射光に含まれるチルト収差、又は、コマ収差を前記光検出器の出力を用いて検出することで前記光ディスクのチルト検出を行う光ディスク装置。

【請求項 24】

前記反射層で反射された前記レーザ光の反射光を光検出器に導く光路中に形成され、前記反射光のデフォーカス収差及び球面収差をキャンセルする収差キャンセル手段を備えたことを特徴とする請求項 23 記載の光ディスク装置。

【請求項 25】

透明な平板状のディスク基材と、前記ディスク基材に設けられた記録層とを備えた光ディスクに対し、レーザ光を前記ディスク基材を介して前記記録層に照射し、前記記録層上の情報を読み出す、且つ／又は、前記記録層に情報を記録する光ディスク装置であって、前記光ディスクは、照射された少なくとも一部の前記レーザ光を透過し、前記光ディスク装置が前記光ディスクを透過したレーザ光を受光する光検出器を備えていて、前記光検出器の出力を用いて前記光ディスクのチルト検出を行う光ディスク装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】光ディスク装置および光ディスク

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ディスク等の光学情報記録媒体および光学情報記録媒体の記録また再生を行う装置や方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光ディスクの大容量化には、対物レンズの開口数を大きくし、レーザ波長を短くすることが有効である。また、近年では、多層記録が可能な光ディスクの開発が進んでいる。多層記録においては、レーザ光をディスク基材を介して記録層に照射する際に、途中の記録層による吸収、散乱でレーザ光が減衰することを防止することが重要である。このため、2光子吸収などの非線形光学効果を利用して、集光スポット以外での不要な吸収および散乱を低減する方式が提案されている。

【0003】

さて、光ディスクの大容量化における問題のひとつにチルトによる収差がある。チルトとはレーザ光の光軸と光ディスク基板面の法線との傾きを意味する。対物レンズの開口数を大きくし、レーザ波長を短くすると、光ディスクのチルトによる収差の影響が大きくなる。あるいは、多層記録により光ディスクの深い部分にまで記録を行うと実質的なディスク基材の厚さが厚くなり、チルトによる収差の影響が大きくなる。これらの収差は集光スポットをぼかして記録再生の信頼性を低下させるので、大容量記録においては、光ディスクのチルトを正確に検出することが極めて重要となる。

【0004】

チルトによる収差はコマ収差、非点収差等の奇対称の収差であり、光ディスクのような平行な基板に集光スポットを形成する光学系では、往路で発生した収差が復路でキャンセルされることが知られており、単純に集光スポットからの反射光の収差を測定してもチルトを検出することができない。この点もチルト検出における課題となっている。

【0005】

従来のチルト検出の第1の例として、タンジェンシャル方向に2分割されたディテクターの信号を差動増幅してタンジェンシャルプッシュプル信号を生成し、そのタンジェンシャルプッシュプル信号にて記録層上のマークの前後のエッジ部分を検出し、その前後エッジ部分のタンジェンシャルプッシュプル信号の波高値の対称性よりタンジェンシャル方向のチルト検出を行うものがある（例えば特許文献1参照）。また、特許文献1では、ラジアル方向においても同様にラジアルプッシュプル信号を生成し、前後エッジ部分のラジアルプッシュプル信号の対称性よりラジアル方向のチルト検出を行っている。

【0006】

また、第2の従来のチルト検出の例として、更に単純に、再生信号を微分回路に入力して、その微分回路の出力を所定のレベルと比較回路にて比較し、その出力のパルス巾を計測することでタンジェンシャル方向のチルトを検出している（例えば特許文献2参照）。即ち、先に述べた従来のチルト検出の第1の例と同様に、記録層上のマークの前後エッジ部分を検出して、その対称性よりチルトを検出している。

【0007】

第3の従来のチルト検出の例として、対物レンズのフォーカスが合っている時にデフォーカス検出信号にオフセット電圧を加えることで、フォーカス制御にオフセットを加えてデフォーカス状態を作り、その時に検出されるトラッキングエラー信号をラジアル方向のチルト信号としてチルトを検出している（例えば特許文献3参照）。

【特許文献1】特開平11-232677号公報

【特許文献2】特開2003-77158号公報

【特許文献3】特開2003-16680号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】**【0008】**

しかしながら、上記のような光ディスク及び光ディスク装置には、以下のような課題があった。

【0009】

上記第1の従来例と第2の従来例では、検出に溝やピットが必要で、これを多層記録に適用した場合には各層に設けられた溝やピットによる回折や散乱により、光量低下が大きくなるという課題があった。

【0010】

またこれらのチルト検出においては、光ディスクがチルトすると、ビームスポットのチルトしている方向と逆側の裾にサイドローブが生成され、そのサイドローブにより、プッシュプル信号や再生信号の微分波形の波高値が低くなることを利用している。

【0011】

しかしながら、チルト角度が小さい時にはサイドローブの大きさが小さくなる為、十分なタンジェンシャル方向のチルト検出感度を期待できない。また、ラジアル方向のチルト検出は、ビームがラジアル方向に移動しないので、タンジェンシャル方向よりもさらに検出感度が低い。従って、チルトの検出出力のS/N比が小さく、検出精度が低いという課題があった。

【0012】

また、第3の従来例では、デフォーカスしている間は、記録再生ができないという課題があった。対物レンズを動かしてデフォーカスして、チルト検出を行い、更に、対物レンズを動かして元の記録層にフォーカスして、アドレスを読んで、元の記録層に戻ってきたことを確認するまでの時間は、非常に長く、チルト検出のリアルタイム性に欠けていた。

【0013】

本発明の骨子は、上記課題に鑑み、多層光ディスクにも適用が可能な高精度のチルト検出方式を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0014】**

本願の請求項1記載の発明に係る光ディスク装置は、透明な平板状のディスク基材と、前記ディスク基材に設けられた記録層と、前記記録層と所定の位置関係にある反射層とを備えた光ディスクに対し、光源から出射した光ビームを前記ディスク基材を介して前記記録層に照射し、前記記録層上に集光スポットを形成する光ディスク装置であって、前記集光スポットにより反射された第1の反射光を受光する第1の光検出器と、前記反射層により反射された第2の反射光を受光する第2の光検出器とを備え、前記第1の光検出器の出力を用いて前記記録層に記録された情報を検出すると共に、前記第2の光検出器の出力を用いて前記光ディスクのチルト検出を行う光ディスク装置である。

【0015】

請求項1記載の発明にあつては、集光している記録層に平行な反射層を設け、その反射層よりの光で、間接的に集光している記録層のチルトを検出する。反射層よりの反射光は、デフォーカスしている為、チルト収差、コマ収差はキャンセルされない。

【0016】

図1は、請求項1記載の発明を説明した図である。簡単のため、記録層が1層の例を示しているが、多記録層でも同様である。説明図1(a)は、チルトがない時の光路を示している。Aより入射したレーザ光は、B、C、D、Eを通してゆく。このディスクをそのままチルトさせると、図1(b)のようになる。光路は、Aより入射してB'、C'、D'、E'を通り、チルトなしの時と光路長は同じになり、反射光でチルト検出はできない。そこで、図1(c)の様に、記録層13と平行な反射層14を設け、記録層13の透過率を調整して記録層13を透過する光を作り、反射層14よりの光でチルト検出を行う様にする。光路A、B'、C'、D'、E'は、図1(b)と同様に、図1(a)の光路A、B、C、D、Eと光路長が同じである。もう一つの光路A、B'、C'、C'', D'', E'

は、明らかに図 1 (b) の光路、即ち、A、B'、C'、D'、E' の光路長と異なる。よって、左右の光路長の増減量でキャンセルされずに、反射光でチルト収差、コマ収差が検出される。

【0017】

本願の請求項 2 記載の発明に係る光ディスク装置は、前記記録層が前記反射層よりも前記レーザ光の入射面に近いことを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク装置である。

【0018】

本願の請求項 3 記載の発明に係る光ディスク装置は、前記第 2 の反射光を前記第 2 の光検出器に導く光路中に形成され、この反射光のデフォーカス収差及び球面収差をキャンセルする収差キャンセル手段を備えたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の光ディスク装置である。

【0019】

本願の請求項 4 記載の発明に係る光ディスク装置は、前記収差キャンセル手段は、デフォーカブルミラーを備えることを特徴とする請求項 3 記載の光ディスク装置である。

【0020】

本願の請求項 5 記載の発明に係る光ディスク装置は、前記収差キャンセル手段は、前記第 2 の光検出器に前記第 2 の反射光を集光する集光レンズと、前記集光レンズを移動させるレンズ移動手段を備えることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の光ディスク装置である。

【0021】

本願の請求項 6 記載の発明に係る光ディスクは、透明な平板状のディスク基材と、前記ディスク基材に設けられた記録層と、前記ディスク基材を介して入射した光ビームの位相を少なくとも一部ランダム化する散乱部とを備えたことを特徴とする光ディスクである。

【0022】

請求項 6 記載の発明にあつては、レーザ光の往路で発生した収差を含む波面の位相を、散乱部がランダム化し、この散乱部からの反射光を用いてチルトを検出する。レーザ光が散乱されると、その散乱光は、もはや散乱される前のレーザ光、即ち、往路光の波面との相関が少なく、又は、無相関になり、散乱されてからの光、即ち、復路光の収差が加わり、チルト収差、コマ収差がキャンセルされない。これはあたかも、散乱の中心に新たに点光源を設けた様な振る舞いになる。

【0023】

図 2 は、請求項 6 記載の発明を説明した図である。簡単のため、記録層が 1 層の例を示しているが、多記録層でも同様である。説明図 2 (a) は、チルトがある時の平坦な記録層 23 に集光している時の光路を示している。光路は、A から入射して B'、C'、D'、E' を通り、チルトなしの時と光路長は同じになり、反射光でチルト検出はできない。そこで、図 2 (b) の様に、記録層 23 の一部に入射光を散乱する部分 (散乱物質 24) を設け、その散乱光でチルト検出を行う様にする。A から入射したレーザ光は、B' を通り C' で集光する。C' に散乱する部分 (散乱物質 24) がある。散乱光は、波長 λ_0 の入射光のエネルギーを吸収して入射光と同じ波長 λ_0 の光を記録層法線 22 を対称の中心とした光路 25 と対称な方向を中心とした広い角度に放射する。よって、散乱光は、往路光、即ち、A、B'、C' を通って入射したレーザ光の位相との相関が少なく、又は、無相関なので、散乱光にチルト収差、コマ収差が残り、散乱光のチルト収差、コマ収差により光ディスクのチルトを検出することが可能である。図 2 (c) は、記録層 23 とは別に記録層 23 と所定の位置関係にあつて入射光を散乱する層 (散乱層 28) を設け (この図の場合は、記録層 23 と平行な関係に設けている)、その散乱光で散乱層 28 のチルト検出を行うことで間接的に記録層 23 のチルト検出を行う。A から入射したレーザ光は、B' を通り C' で集光する。C' は散乱層上なので、波長 λ_0 の入射光のエネルギーを吸収して入射光と同じ波長 λ_0 の光を記録層法線 22 を対称の中心とした光路 25 と対称な方向を中心とした広い角に放射する。よって、図 2 (b) と同様に、散乱光は、往路光、即ち、A、B'、C' を通って入射したレーザ光の位相との相関が少ない、又は、無相関な

ので、散乱光のチルト収差、コマ収差により散乱層 28 のチルトが検出でき、散乱層 28 のチルトより間接的に記録層 23 のチルトを検出することが可能である。

【0024】

本願の請求項 7 記載の発明に係る光ディスクは、前記散乱部は、前記記録層に設けられることを特徴とする請求項 6 記載の光ディスクである。

【0025】

本願の請求項 8 記載の発明に係る光ディスクは、前記散乱部が、前記記録層と所定の位置関係にある反射層に設けられることを特徴とする請求項 7 記載の光ディスクである。

【0026】

本願の請求項 9 記載の発明に係る光ディスクは、前記散乱部が、前記記録層とは異なる層に設けられることを特徴とする請求項 8 記載の光ディスクである。

【0027】

本願の請求項 10 記載の発明に係る光ディスクは、前記散乱部は、表面に微小な凹部かつまたは凸部を備えた乱反射部である請求項 6 から請求項 9 のいずれかに記載の光ディスクである。

【0028】

本願の請求項 11 記載の発明に係る光ディスクは、前記凹部の深さまたは前記凸部の高さが前記レーザ光の半波長分以上である請求項 10 に記載の光ディスクである。

【0029】

本願の請求項 12 記載の発明に係る光ディスクは、前記散乱部は、前記光ビームに対して透過性を有する媒質中に、前記光ビームを反射する散乱物質をその表面から前記光ビームの半波長分以上の深さにわたって分散した請求項 6 から請求項 11 のいずれかに記載の光ディスクである。

【0030】

本願の請求項 13 記載の発明に係る光ディスクは、前記散乱物質は、前記媒質に前記光ビームよりも高いエネルギーを選択的に付与することにより前記媒質を変質させて形成された請求項 12 記載の光ディスクである。

【0031】

本願の請求項 14 記載の発明に係る光ディスクは、前記散乱物質は、前記媒質に核となる吸光体を分散し、前記吸光体を選択的に前記エネルギーを吸収させて前記核を成長させて形成された請求項 13 記載の光ディスクである。

【0032】

本願の請求項 15 記載の発明に係る光ディスクは、前記散乱部が、前記レーザ光の波長と異なる蛍光を発することを特徴とする請求項 6 から請求項 12 のいずれかに記載の光ディスクである。

【0033】

請求項 15 記載の発明にあつては、集光している記録層に集光しているレーザ光のエネルギーを吸収して、異なる波長の光を蛍光する部分を集光している記録層上に設け、その蛍光で、集光している記録層のチルトを検出する。レーザ光のエネルギーが吸収されて蛍光すると、その蛍光は、もはや往路光、即ち、入射するレーザ光の波面とは相関が少なく、又は、無相関になり、蛍光してからの光、即ち、復路光の収差が加わり、チルト収差、コマ収差がキャンセルされない。従って、蛍光を発する形態も散乱部の 1 形態となる。

【0034】

本願の請求項 16 記載の発明に係る光ディスク装置は、請求項 6 から請求項 15 のいずれかに記載された光ディスクに対し、光源から出射した光ビームを前記ディスク基材を介して前記散乱部に照射して集光スポットを形成する光ディスク装置であつて、前記散乱部によって散乱された反射光を受光する光検出器を備え、前記光検出器の出力を用いて前記光ディスクのチルト検出を行う光ディスク装置である。

【0035】

本願の請求項 17 記載の発明に係る光ディスク装置は、透明な平板状のディスク基材と

、前記ディスク基材に設けられた記録層とを備えた光ディスクに対し、光源から出射した光ビームを前記ディスク基材を介して前記記録層に照射する光ディスク装置であって、前記光ビームを第1の開口数で前記光ディスクに入射させる往路光学系と、前記光ディスクからの反射光を前記第1の開口数よりも大きい第2の開口数で受光して光検出器に導く復路光学系とを備え、前記光検出器の出力を用いて前記光ディスクのチルト検出を行う光ディスク装置である。

【0036】

図3(a)は、請求項17記載の発明を説明した図である。簡単のため、記録層が1層の例を示しているが、多記録層でも同様である。往路光路34は、開口率、即ちNAが小さく、そして記録層32に集光している。往路光路34は、記録層32上の散乱物質33により散乱され、記録層法線31を中心に広い角度に散乱していく。よって、往路より大きいNAで散乱光を受光すると、開口部分の散乱光、即ち、復路光路35の光路内で往路光路34の光路と重ならない部分の反射光は、チルトによる収差がキャンセルしない。その部分は、図3(a)上でキャンセルしない光路38、即ち、ほぼ復路光路35の外周輪帯開口部分である。図3(b)は、図3(a)内断面a39で切った時の光の様子である。NAが小さい往路光路+復路光路3aが中心にあり、散乱光の一部分である復路光路35が中心部分も含めて広い範囲に分布している。キャンセルしない光路38の外周輪帯開口部分は、復路光路だけなので、光路長はキャンセルしない。よって、チルトを復路光路35によって検出できる。

【0037】

本願の請求項18記載の発明に係る光ディスク装置は、前記第1の開口数が0.2以下であり、前記第2の開口数が0.6以上である請求項17に記載の光ディスク装置である。

【0038】

本願の請求項19記載の発明に係る光ディスク装置は、前記光ディスクが前記反射光の位相を少なくとも一部ランダム化する散乱部を備えた請求項17または請求項18に記載の光ディスク装置である。

【0039】

本願の請求項20記載の発明に係る光ディスク装置は、前記光ビームを前記記録層上の情報記録部に集光して、前記情報記録部への記録かつ／又は再生を行う記録再生モードと、前記光ビームを前記散乱部に集光してチルト検出を行うチルト検出モードとを時分割で切り替え可能に設けた光ディスク装置であって、前記光ディスクに入射させる前記光ビームの開口数を前記第1の開口数と前記第2の開口数との間で切り替え可能に設けた開口シャッターを備え、前記チルト検出モード時は前記開口シャッターが前記レーザ光を前記第1の開口数に設定し、前記記録再生モード時は前記開口シャッターが前記レーザ光を前記第2の開口数に設定する請求項19に記載の光ディスク装置である。

【0040】

本願の請求項21記載の発明に係る光ディスク装置は、前記復路光光学系が、前記光ディスクからの反射光について、前記第1の開口数よりも大きくかつ前記第2の開口数以下に対応する輪帯領域内の光を前記光検出器に導く請求項17から請求項20のいずれかに記載の光ディスク装置である。

【0041】

本願の請求項22記載の発明に係る光ディスク装置は、前記光ディスク装置が、互いに波長が異なる第1および第2のレーザ光を発生し、前記第1のレーザ光を前記記録層上に集光して第1の集光スポットを形成し、前記第2のレーザ光を前記散乱部上に集光して第2の集光スポットを形成し、前記第1の光検出器が第1の集光スポットにより反射された前記第1のレーザ光を受光し、前記第2の光検出器が第2の集光スポットにより反射された前記第2のレーザ光を受光し、前記第1の光検出器の出力を用いて前記記録層に記録された情報を検出すると共に、前記第2の光検出器の出力を用いて前記光ディスクのチルト検出を行う請求項6から請求項14のいずれかに記載の光ディスク装置である。

【0042】

本願の請求項 23 記載の発明に係る光ディスク装置は、透明な平板状のディスク基材と、前記ディスク基材に設けられた記録層とを備えた光ディスクに対し、レーザ光を前記ディスク基材を介して前記記録層に照射し、前記記録層上に集光スポットを形成する光ディスク装置であって、前記記録層に照射するレーザ光の波面を制御する波面制御デバイスと、前記記録層よりの反射光を受光する光検出器を備え、前記記録層に照射するレーザ光の波面に所定量のデフォーカス収差、又は、球面収差が含まれる様に前記波面制御デバイスを時分割制御し、前記反射光に含まれるチルト収差、又はコマ収差を前記光検出器の出力を用いて検出することで前記光ディスクのチルト検出を行う光ディスク装置である。

【0043】

請求項 23 記載の発明にあつては、記録層に集光しているレーザ光をチルト収差、コマ収差がキャンセルされない様な波面に変形して、集光している記録層からの反射光でチルト検出を行う。

【0044】

本願の請求項 24 記載の発明に係る光ディスク装置は、前記反射層で反射された前記レーザ光の反射光を光検出器に導く光路中に形成され、前記反射光のデフォーカス収差及び球面収差をキャンセルする収差キャンセル手段を備えたことを特徴とする請求項 17 記載の光ディスク装置である。

【0045】

本願の請求項 25 記載の発明に係る光ディスク装置は、透明な平板状のディスク基材と、前記ディスク基材に設けられた記録層とを備えた光ディスクに対し、レーザ光を前記ディスク基材を介して前記記録層に照射し、前記記録層上の情報を読み出す、且つ／又は、前記記録層に情報を記録する光ディスク装置であって、前記光ディスクに照射された少なくとも一部の前記レーザ光を透過し、前記光ディスク装置が前記透過したレーザ光を受光する光検出器を備えていて、前記光検出器の出力を用いて前記光ディスクのチルト検出を行う光ディスク装置である。

【0046】

請求項 25 記載の発明にあつては、記録層に照射されたレーザ光の少なくとも一部が記録層を透過し、更に、レーザ光の入射面と反対側の面より出射する。レーザ光入射面と反対側に光検出器を設け、記録層を透過して入射面と反対側の面より出射したレーザ光を、光検出器で受光してチルトを検出する。透過したレーザ光のチルト収差、及びコマ収差はキャンセルされないので、透過したレーザ光のチルト収差、及びコマ収差を検出することで、光ディスクのチルトが検出できる。

【0047】

図 4 は、請求項 25 記載の発明を説明した図である。簡単のため、記録層が 1 層の例を示しているが、多記録層でも同様である。図 4 は、光ディスクがチルトしている時に平坦な記録層 44 に集光しているレーザ光の光路を示している。光路 47a は、A1 より光ディスク表面 45 上の B1、記録層 44 上の C1、光ディスク裏面上の D1、E1 を通る。光路 47a と光軸 40 に対称な光路 47b は、A2 より光ディスク表面 45 上の B2、記録層 44 上の C2、光ディスク裏面上の D2、E2 を通る。B1 から C1 の光路長は、光ディスクがチルトしているため、その分 B2 より C2 の光路長より短い、また、C1 から D1 の光路長は、光ディスクがチルトしているため、その分 C2 から D2 までの光路長より短い。よって、光路 47a は、光路 47b より短い。

【0048】

光軸 40 に対称な光路は、同様の関係にある。よって、光ディスクのチルトにより、透過したレーザ光に光軸に非対称な収差が現れ、それがチルト収差、コマ収差となる。よって、記録層よりの反射光でチルトを検出する時と異なり、透過光ではチルト収差やコマ収差は、キャンセルされない。

【発明の効果】

【0049】

以上説明したように本発明の光ディスク及び光ディスク装置によれば、光路上に反射層やレーザ光の位相をランダムにする物質を設けたことにより、往路光と復路光とでのレーザ光の収差の相殺によるチルト収差検出感度の低下を防止し、高精度のチルト検出を行うことができる。

【0050】

また、光ディスクの記録層に溝やピットが無くてもチルトを検出することができ、多層記録における他層での回折、散乱による光量の低下を効果的に抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0051】

(実施の形態1)

以下本発明の実施するための最良の形態について、実施の形態1を図面を参照しながら説明する。

【0052】

図5は、実施の形態1の多層光ディスクの断面を示した図である。本光ディスクは、上部基材51と、記録層スタック52と、反射層53と、下部基材54で構成されている。ここで、記録層スタックとは、記録層55が中間層56を介して積層している部分のことを意味している。更に、記録層スタック52内の各記録層55は、反射層53に平行に構成されている。これらの平行な層は、例えば、反射層53上に中間層56をスピコートやスパッタリングにより形成し、その上に記録層55と中間層56をスピコートやスパッタリングにより積層すると、記録層55と反射層53は、平行に作ることができる。

【0053】

記録層55の間隔、即ち、中間層56の厚さは、 $10\mu\text{m}$ である。この厚さは、レーザ光57が集光している記録層59の隣りの記録層5Aをレーザ光57が横切る円5B内に記録されているデータ数で決まる。これは、円5B内に記録されているデータの記録符号での"1"と"0"の数の変動がクロストークノイズとなるので、円5B内に記録されているデータ数が多いと、この変動は、平均化される。よって、所定の許容クロストークノイズが、円5B内に記録されているデータ数を決め、円5B内に記録されているデータ数が、記録層の間隔、即ち中間層56の厚さを決める。しかし、記録層スタック52と反射層の間の中間層は、反射層には記録されているデータが無い為、 $10\mu\text{m}$ 以下、例えば、 $3\mu\text{m}$ 程度でも良い。

【0054】

尚、記録層には、ジアリールエテン、フルギドなどのフォトリソミック材料が使用され、中間層には、UV硬化樹脂や ZnS-SiO_2 などが使用され、反射層には、シリコン系薄膜やアルミなどの薄膜金属層が使用される。

【0055】

図6は本発明の実施の形態1における光ディスク装置を説明している。光ディスク66は、図5で示された多層光ディスクである。光源61は、レーザ駆動回路60により駆動され、所定のパワーのレーザ光を出力する。出力されたレーザ光は、コリメートレンズ62により平行光に変換される。

【0056】

平行光に変換されたレーザ光は、デフォーマブルミラー6Qにて球面収差補正される。デフォーマブルミラー6Qでの球面収差補正は、図5での記録層スタック52内のレーザ光57が集光している記録層59からの反射光に含まれる球面収差量が最小になる様に補正量が決められる。記録層59からの反射光に含まれる球面収差量は、偶対称収差センサー6Sにて検出される。ここで、偶対称収差センサーとは、Zernikeモードでの偶数次の収差モード、例えば、デフォーカス収差や球面収差の収差量を出力するセンサーである。偶対称収差センサー6Sの球面収差量出力は、一旦サーボコントローラ6Uに入力される。サーボコントローラ6Uは、検出された球面収差量に基づいてサーボデフォーマブルミラー駆動回路6Rを通してデフォーマブルミラー6Qを駆動している。

【0057】

デフォーマブルミラー駆動回路 6 R から出射したレーザ光は、偏光ビームスプリッター 6 3 を透過して 1/4 波長板 6 T を通り対物レンズ 6 4 に入射する。サーボコントローラ 6 U は、偶対称収差センサー 6 S からのデフォーカス収差量に基づき対物レンズアクチュエータ 6 5 を制御することで対物レンズ 6 4 を記録層スタック 6 7 内の所定の記録層に集光する様に制御している。

【0058】

記録層スタック 6 7 内の所定の記録層に到達したレーザ光の一部は、記録層スタック 6 7 を透過して反射層 6 8 に到達し、記録層スタック 6 7 内の所定の記録層に到達したレーザ光のその他の部分は、記録層スタック 6 7 内の所定の記録層で反射する。反射層 6 8 は、記録層スタック 6 7 内の記録層に平行になる様に作られている。反射層 6 8 に到達したレーザ光は、反射層 6 8 で反射し、対物レンズ 6 4 に戻っていく。対物レンズ 6 4 に戻ったレーザ光は、対物レンズ 6 4、1/4 波長板 6 T を通り、偏光ビームスプリッター 6 3 で往路光と異なった方向に反射してハーフミラー 6 V に入射する。ハーフミラー 6 V では、入射したレーザ光は、2つのレーザ光に分割され、一方のレーザ光が、図 6 上で点線で囲まれた範囲で示されたチルトセンサー 6 P の内部に入射する。他方のレーザ光が、図 6 上で点線で囲まれた範囲で示された偶対称収差センサー 6 S の内部に入射する。

【0059】

このチルトセンサー 6 P は、従来から知られているモーダル型の波面センサーを改良したものである。モーダル型の波面センサーとは、波面を Zernike モードなどの直交収差モードの各係数として出力する波面センサーである。その特徴としては、予め設定された収差モードの収差量が他の収差モードの収差量に関係なく検出できる。例えば、1つの収差モードであるコマ収差量を他の収差モード、例えば、球面収差に独立して検出することができる。よって、チルト収差、又は、コマ収差をモーダル型の波面センサーで検出することで、光ディスクのチルトを検出することが可能である。

【0060】

本実施の形態の原型となったモーダル型の波面センサーは、下記の文献に記載されている。Mark A. A, Tony Wilson, et al., New modal wave-front sensor: a theoretical analysis, J. Opt. Soc. Am. A/Vol. 17, No. 8, pp 1098-1107/June 2000

上記文献のモーダル型の波面センサーと本実施の形態のチルトセンサー 6 P との構成上の差異は、チルトセンサー 6 P に入射するレーザ光のデフォーカス収差と球面収差をキャンセルする機構を付加した点にある。デフォーカス収差のキャンセル機構は集光レンズ 6 D を可動に設けることで実現している。球面収差のキャンセル機構はデフォーマブルミラー 6 A を設けることで実現している。

【0061】

チルトセンサー 6 P に入射したレーザ光は、デフォーマブルミラー 6 A に入射する。デフォーマブルミラー 6 A は、入力される球面収差制御信号 6 M に応じてミラー形状を変えていく。先に述べた様に、このデフォーマブルミラー 6 A で球面収差をキャンセルしている。

【0062】

デフォーマブルミラー 6 A で反射したレーザ光は、ホログラム 6 C に入射する。ホログラム 6 C では、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアス X コマ収差、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアス Y コマ収差、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアスデフォーカス収差、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアス球面収差の 8 種類のバイアス収差を加えている。各々のバイアス収差の収差量は、検出する収差量により決まり、検出する収差量の半分程度が望ましい。

【0063】

ホログラム 6 C にてバイアス収差を加えられたレーザ光は、集光レンズ 6 D に入射する。集光レンズ 6 D は、集光レンズアクチュエータ 6 E で保持されている。集光レンズアクチ

エータ 6 E は、デフォーカス収差制御信号 6 L に応じて集光レンズのフォーカス位置を移動させる。先に述べたように、この集光レンズを動かすことで、デフォーカス収差をキャンセルしている。

【0064】

集光レンズ 6 D に入射したレーザ光は、ピンホール群 6 F 上に集光される。ピンホール群 6 F 上には、付加されたバイアス収差に対応した 8 つのピンホールが設けられている。各々のピンホールの半径は、エアリーディスク径の $1/1.22$ 倍としている。

【0065】

ピンホール群 6 F を通過したレーザ光は、フォトセンサー群 6 G 上の各々のピンホールに対応したフォトセンサーに入射する。フォトセンサーに入射した光は、電気信号に変換されて、収差モード検出回路 6 H に入力される。各フォトセンサーの信号は、収差モード検出回路 6 H 内で収差モード毎に差動増幅され、X、Yチルト検出信号 6 N (X、Yコマ収差検出信号)、デフォーカス収差信号 6 J、球面収差信号 6 K を出力する。この X、Yチルト検出信号 6 N (X、Yコマ収差検出信号) がこのチルトセンサーの出力となる。

【0066】

デフォーカス収差信号 6 J、球面収差信号 6 K、X、Yチルト検出信号 6 N は、デフォーカス収差、球面収差キャンセルコントローラ 6 I に入力される。デフォーカス収差、球面収差キャンセルコントローラ 6 I では、集光レンズ 6 D に入射するレーザのデフォーカス収差をキャンセルし、デフォーカスマブルミラー 6 A に入射するレーザ光の球面収差をキャンセルする様に、デフォーカス収差信号 6 J と球面収差信号 6 K よりデフォーカス収差制御信号 6 L と球面収差制御信号 6 M を出力する。また、同時に、デフォーカス収差信号 6 J、球面収差信号 6 K、X、Yチルト検出信号 6 N は、サーボコントローラ 6 U に出力される。尚、サーボコントローラ 6 U とデフォーカス収差球面収差キャンセルコントローラ 6 I は、双方向の通信ラインにて結ばれている。

【0067】

このように構成したチルトセンサー 6 P は、上記文献のモダル型の波面センサーに対して以下に説明するような特長を有する。

【0068】

反射層 6 8 から反射されたレーザ光は、コマ収差がキャンセルされずに残っており、原理的にはこれを用いてチルトが検出可能である。しかし、一方で、コマ収差以外にも大きなデフォーカス収差と球面収差とを同時に含んでおり、このため上記文献のモダル型の波面センサーを用いた場合には集光レンズ 6 D により形成されたビームスポットがぼけて検出出力が小さくなるという課題がある。

【0069】

これに対し、チルトセンサー 6 P では、チルトセンサー 6 P に入射するレーザ光のデフォーカス収差と球面収差をキャンセルしてから集光レンズ 6 D に入射しているので、有る程度シュトレール比の高いクリアなビームスポットが得られ、検出出力が大きく SN 比の高い X、Yチルト検出信号 6 N を得ることができる。

【0070】

次に、偶対称収差センサー 6 S の構成について説明する。

【0071】

記録層スタック 6 7 内の所定の記録層で反射したレーザ光は、対物レンズ 6 4 に戻っていく。対物レンズ 6 4 に戻った記録層よりのレーザ光は、対物レンズ 6 4、 $1/4$ 波長板 6 S を通り、偏光ビームスプリッター 6 3 で往路光と異なったに方向反射し、ハーフミラー 6 V に入射する。ハーフミラー 6 V では、入射したレーザ光は、2 つのレーザ光に分割され、一方のレーザ光が、図 6 上で点線で囲まれた範囲で示されたチルトセンサー 6 P の内部に入射する。他方のレーザ光が、図 6 上で点線で囲まれた範囲で示された偶対称収差センサー 6 S の内部に入射する。

【0072】

偶対称収差センサー 6 S は、記録層スタック 6 7 内の所定の記録層で集光して反射した

レーザ光のデフォーカス収差と球面収差を検出する。よって、偶対称収差センサー 6 S で検出するレーザ光は、チルトセンサー 6 P で検出するレーザ光とは異なり、大きなデフォーカス収差や球面収差が含まれていない。その為に、検出するレーザ光のデフォーカス収差や球面収差をキャンセルする必要がない。よって、偶対称収差センサー 6 S は、上記文献のモダル型の波面センサーと同じセンサーである。

【0073】

偶対称収差センサー 6 S に入射したレーザ光は、ホログラム 6 C に入射する。ホログラム 6 C では、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアスデフォーカス収差、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアス球面収差の 4 種類のバイアス収差を加えている。各々のバイアス収差の収差量は、検出する収差量により決まり、検出する収差量の半分程度が望ましい。

【0074】

ホログラム 6 C にてバイアス収差を加えられたレーザ光は、集光レンズ 6 D に入射する。集光レンズ 6 D は、対物レンズ 6 4 の集光点よりのレーザ光を集光する様に位置調整されている。

【0075】

集光レンズ 6 D に入射したレーザ光は、ピンホール群 6 F 上に集光される。ピンホール群 6 F 上には、付加されたバイアス収差に対応した 4 つのピンホールが設けられている。各々のピンホールの半径は、エアリーディスク径の $1/1.22$ 倍としている。

【0076】

ピンホール群 6 F を通過したレーザ光は、フォトセンサー群 6 G 上の各々のピンホールに対応したフォトセンサーに入射する。フォトセンサーに入射した光は、電気信号に変換されて、収差モード検出回路 6 H に入力される。各フォトセンサーの信号は、収差モード検出回路 6 H 内で収差モード毎に差動増幅され、デフォーカス収差、球面収差をサーボコントローラ 6 U に出力する。

【0077】

また、記録データの再生信号は、チルトセンサー 6 P、偶対称収差センサー 6 S 内のフォトセンサー群からの信号の内、符号の異なる同じ種類の収差の信号を加算すれば得られる。例えば、偶対称収差センサー 6 S 内のデフォーカス収差でプラスのバイアス加算に対応したディテクターとデフォーカス収差でマイナスのバイアス加算に対応したディテクターから信号の加算すれば再生信号が得られる。また、1 つの組のディテクターよりの信号の加算だけでなく複数の組のディテクターからの信号の加算の方が、より高い S/N 比の再生信号が得られる。

【0078】

次に、本実施の形態での光ディスク装置の動作について説明を行う。電源 ON 時など初期状態より、対物レンズは、記録層スタック 6 7 内の所定の記録層に集光する様に対物レンズアクチュエータ 6 5 を動作させて制御される。初期状態からチルト検出信号が出力されるまでの制御手順の一例を以下に示す。

【0079】

(1) 一旦、対物レンズ 6 4 を光ディスク 6 6 の表面に集光する様におおよその位置に移動する。

【0080】

(2) 光ディスク 6 6 の表面からの反射光にて、デフォーカス収差信号 6 J で” S 字曲線” が検出できる様にチルトセンサー 6 P の集光レンズ 6 D を集光レンズアクチュエータ 6 E にて位置調整を行う。また、同時に、偶対称収差センサーのデフォーカス収差出力で、” S 字曲線” を検出して対物レンズ 6 4 を光ディスク 6 6 の表面に集光する様に制御する。この時、デフォーカブルミラー 6 A とデフォーカブルミラー 6 Q は、球面収差補正量が同じになる様に、光ディスク 6 6 の表面に対応した球面収差補正を行う。

【0081】

(3) 光ディスク 6 6 の表面よりの反射光にて、偶対称収差センサーのデフォーカス収

差出力、及び、デフォーカス収差信号6Jで”S字曲線”が検出されたら、対物レンズ64を光ディスク66の表面より下方向に移動させ、順次”次の記録面S字曲線”が検出できる様にデフォーカブルミラー6Aとデフォーカブルミラー6Qとチルトセンサー6Pの集光レンズ6Dを制御し、”記録層のS字曲線”の検出個数をカウントしながら記録層スタック67内の所定の記録層の”S字曲線”を検出する。

【0082】

(4) 記録層スタック67内の所定の記録層の”S字曲線”が検出されたら、対物レンズ64とデフォーカブルミラー6Qは、記録層スタック67内の所定の記録層に集光する様に偶対称収差センサーのデフォーカス収差出力と球面収差出力をキャンセルする様に制御する。また、チルトセンサー6Pの集光レンズ6Dを(3)と同じ方向に進める。デフォーカブルミラー6Aは、検出された球面収差信号6Kをキャンセルする様に制御する。これらの動作により、順次”記録層のS字曲線”の検出個数をカウントしながら”反射層68のS字曲線”を検出する。

【0083】

(5) ”反射層68のS字曲線”を検出されたら、デフォーカブルミラー6Aと集光レンズ6Dを、デフォーカス収差信号6Jの”反射層68のS字曲線”の集光点を制御目標にして制御する。この時に出力されるX、Yチルト検出信号が記録層スタック67内の記録層のチルトを検出している。

【0084】

以降は、偶対称収差センサーのデフォーカス収差出力で、”S字曲線”を検出し、偶対称収差センサーの球面収差出力で、”S字曲線”を検出して対物レンズ64とデフォーカブルミラー6Qを光ディスク66の表面に集光する様に制御する。同時に、デフォーカブルミラー6Aと集光レンズ6Dを、デフォーカス収差信号6Jの”反射層68のS字曲線”の集光点を制御目標にして制御する。その時のX、Yチルト検出信号で記録層スタック67内の記録層のチルトを対物レンズアクチュエータ65で制御する。

【0085】

上記動作例では、チルトセンサー6Pと偶対称収差センサー6Sの両方の検出信号を使用した。チルトセンサー6Pを時分割で偶対称収差センサー6Sの代わりとして使い、チルトセンサー6Pだけでチルト検出の初期動作は可能である。

【0086】

また、この実施の形態では、反射層68からの反射光のチルト収差、又は、コマ収差を検出することで記録層スタック67内の集光している記録層のチルト検出を行ったが、集光している記録層以外の記録層からの反射光のチルト収差、又は、コマ収差を検出することで、チルト検出を行っても良い。

【0087】

尚、チルト収差とコマ収差の両方を検出した場合、レンズシフトが無い時は、チルト収差とコマ収差の符号は異なるが、レンズシフトがある場合は、チルト収差とコマ収差の符号は同じである。チルト収差とコマ収差の符号が同じになる様に対物レンズアクチュエータ65を制御して、レンズシフトを無くすことができる。

【0088】

また、この他のモーダル型のセンサーとしては、ハルトマンセンサー等を利用したセンサーがある。ハルトマンセンサーでは、波面形状が検出値として得られるが、検出された波面形状を直交ツェルニケ円多項式で展開することにより、各収差モード別の収差量を算出することができる(Carrios Robledo-Sanchez, Applied Optics/Vol 38, No. 16/1 June 1999 Aberration extraction in the Hartmann test by use of spatial filters)。同様のことは、ラテラルシェア干渉センサー等、波面形状が検出できるセンサーで可能である。

【0089】

以上説明した様な本実施の形態の光ディスク装置によれば、記録層に平行な反射層から

の反射光でチルト検出を行うので、記録層に溝など光を回折する構造がなく、平坦であっても高精度なチルト検出が可能となる。

【0090】

(実施の形態2)

次に、本発明の実施するための最良の形態について、実施の形態2を図面を参照しながら説明する。

【0091】

図7は本発明の実施の形態2における光ディスクの記録層の構成を説明している。光ディスク内の記録層71の一部には、散乱部72が設けられている。散乱部72は入射するレーザ光の位相を少なくとも一部ランダム化するものである。

【0092】

散乱部72の構成としては、下記のようなものがある。

【0093】

1) 表面に微小な凹部または凸部を設けて光を乱反射する乱反射部を設ける。図8(a)は、その一例を示した図である。乱反射部の凹部の深さまたは凸部の高さは、レーザ光の半波長分以上とするのが好ましい。凹部または凸部の形成は、スタンプの表面を散乱部のみ局所的に荒らして設けておき、この形状を転写する。

【0094】

2) レーザ光に対して透過性を有する媒質中に、少なくともレーザ光の半波長以上の深さにわたって散乱物質を分散する。図7がこの例となっている。媒質74は入射するレーザ光の波長に対して透明もしくは半透明である。散乱物質73は媒質74と異なる屈折率を持ち、その界面において入射したレーザ光の一部を反射する。この散乱物質73は媒質74中に少なくとも半波長分以上の深さにわたって実質的に連続的に分散されている。

【0095】

従って、入射されたレーザ光は様々な深さにある散乱物質73に反射されることによって、位相がランダム化される。散乱物質73は分子レベルに小さなものでも良いが、反射効率を高めるためにはある程度大きな径を持つ方が好ましい。特に好ましくは、入射するレーザ光の波長を λ として、散乱物質の平均的な直径Dが $\lambda/10 < D < \lambda/2$ の条件を満たすように設定する。

【0096】

散乱物質73の例としては、各種の染料などの有機物を分散する。あるいは特に散乱性を高める場合には Intralipid (R) などの高散乱材料を使用する。あるいは各種の顔料やフラーレンといった無機物を分散させても良い。さらに別の例としては、媒質74中にYAGレーザなどの高出力レーザを照射して、媒質74を変質させることで屈折率が変化した部分を設け、これを散乱物質73としてもよい。図8(b)は、その一例を示した図である。ここでは媒質である記録層81に短時間に高出力レーザ光を集光して照射し、ボイド84を形成し、このボイド84を散乱物質としている。このばあい1回のレーザ照射で1つのボイド84が形成されるが、予め微小な核を媒質中に分散しておいて、この核を起点にさせておけば、1回のレーザ照射で多数のボイドを形成することもできる。例えば、核として媒質に比べて高出力レーザ光の吸収率が高い微小な吸光体を分散し、ここにレーザを照射すれば、吸光体のみが高温となるため、この周りにボイドもしくは変質した媒質による散乱物質が形成される。すなわち、小さな核を大きく成長させるように散乱物質を形成することが可能である。核となる吸光体の分散量を適宜調節すれば、1回のレーザ照射で形成される散乱物質の数を任意に設定することができる。高出力レーザの波長は、記録/再生用レーザの波長とは異なる波長を用い、この核となる吸光体は記録・再生用のレーザの波長には高い透過率を示すようにしておく。こうしておけば、核となる吸光体をディスク全体に分散させておいても、記録再生に対する悪影響は与えることはないため、ディスク製造工程を極めて簡素化することができる。

【0097】

なお、核となる吸光体に反応性の化学物質を含ませることにより、核を成長させて散乱

物質にするためのレーザーエネルギーを大幅に低減させることもできる。例えば、核となる吸光体をマイクロカプセルとし、このマイクロカプセル中に媒質と化学変化を起こす反応性物質を含有させ、高出力レーザーの照射によりこのマイクロカプセルを破壊して中の反応性物質と媒質とを化学反応させて変質させ、この変質部を散乱物質とすることができる。

【0098】

あるいは、記録／再生光とは別の波長の光に対して光化学反応を起こす感光性材料を媒質中に分散し、これにディスク製造工程で選択的に光を照射することで任意の場所に散乱部を形成することもできる。これらの感光性材料としては、光ディスク、銀塩写真などの光記録に用いられる一般的な感光色素の中から適当な波長特性のものを選ぶことができる。

【0099】

図9は、図7及び図8の構造を用いた実施の形態2での多層光ディスクの断面を示した図である。本光ディスクは、上部基材91と、記録層スタック92と、下部基材94で構成されている。ここで、記録層スタックとは、記録層95が中間層96を介して積層している部分のことを意味している。記録層スタック92内の記録層95は、その一部分を散乱部93で構成されており、レーザー光97が照射されると散乱光を発する様になっている。尚、記録層を形成する記録材料には、ジアリールエテン、フルギドなどのフォトリソミック材料が使用され、散乱物質には、平均径0.1 μ m程度のボイドや凹凸面をスタンパにて転写した面などが使用されていて、中間層には、UV硬化樹脂やZnS-SiO₂などが使用される。

【0100】

また、図9において散乱部93の厚さは記録層95の厚さと各々同じに設けられ、1つ1つの記録層95に対して所定の場所に散乱部93が位置決めして設けられているが、散乱部93は厚さ方向に複数の記録層95を横断するように一括して設けても良い。特に記録層スタック92を形成した後に、散乱部形成用ビームを記録層スタック92全体に照射して散乱部93を一括形成すれば、記録層95各層毎に散乱部93を形成していく必要が無く、ディスクの製造工数を大幅に削減することができる。散乱部形成用ビームの入射開口数NAは0.3以下、より好ましくは0.1以下に小さくして平行光に近くし、最上層から最下層までの散乱部の形状を均等に近くしている。散乱部形成用ビームとしては、既に説明した高出力レーザーの他に、DUV、EUV、X線、シンクロトロン放射光、電子ビームといった短波長ビームを用いることができる。こうした短波長ビームを用いれば、NAを小さくしても回折による散乱部93の形状の広がりを有効に抑制することができるばかりでなく、高エネルギー線であるために、記録層95、中間層96の変質による屈折率変化をより容易に誘発することが可能であり、記録層95、中間層96の材料選択の幅をより広げることができる。

【0101】

図10は、図9の光ディスクを光ディスク装置に適用した例である。光ディスク103は、記録層スタック67内の記録層に散乱部101を含んでいる。散乱部101は光ディスク103の1周当たり10～50個程度が所定の場所に配置され、記録層からのタイミング情報に基づいて光ディスク装置は散乱部101の検出タイミングを識別可能となっている。

【0102】

レーザー駆動回路60、光源61、コリメートレンズ62、デフォーダブルミラー6Q、デフォーダブルミラー駆動回路6R、偏光ビームスプリッター63、対物レンズ64、対物レンズアクチュエータ65、記録層スタック67、スピンドルモータ69、集光レンズ6D、X、Yチルト検出信号6N、デフォーダブルミラー6Q、デフォーダブルミラー駆動回路6R、1/4波長板6Tの構成は、実施の形態1で説明したものと同一である。なお、デフォーダブルミラー6Qの球面収差補正を行うための偶対称収差センサー6Sは図示されていないが、実施の形態1と同等のものが備えられている。

【0103】

実施の形態1と異なる点は、チルトセンサー108の構成である。チルトセンサー108が実施の形態1のチルトセンサー6Pと異なる点は、集光レンズ6Dを固定とした点と、散乱部93において間欠的にチルト検出を行う点である。この実施の形態での光ディスク装置では、光ディスク103の記録層にレーザ光が集光しているので、チルトセンサーに入射した光には、大きなデフォーカス収差、球面収差は含まれていない。よって、この実施の形態では、デフォーカス収差や球面収差をキャンセルしないでも十分集光レンズだけで集光できる。

【0104】

電源ON時など初期状態では、対物レンズ64は、記録層スタック67内の所定の記録層に集光する様に対物レンズアクチュエータ65を動作させて制御される。この時の制御手順は、光ディスク103の所定の記録層にレーザ光が集光するので、チルトセンサー108と独立して制御できる。即ち、デフォーカブルミラー6Qを集光する記録層に合わせた球面収差が付加される形になる様に、図10には示されていない偶対称収差センサーの球面収差検出値により制御され、対物レンズは、図10には示されていない偶対称収差センサーのデフォーカス検出値により対物レンズアクチュエータ65を制御して所定の記録層に集光させる。この時のX、Yチルト検出信号6Nが、検出されたチルトとなる。

【0105】

また、この様な散乱部は、記録層上のトラックに一定間隔で配置されている。例えば、サンプルサーボ方式でトラッキングを行っている場合は、サーボマークがこの様な散乱物質でできていると、散乱部を一定間隔で配置したことになる。

【0106】

尚、散乱物質の代わりにジアリールエテンやフルギドなどの蛍光物質を用いて、蛍光物質から発する蛍光でチルト検出を行っても同様の効果が得られる。この場合には、蛍光物質に入射するレーザ光と蛍光とは波長が異なるので、光学フィルター等で、蛍光だけを分離して検出に用いることができ、更に、検出感度が向上することが期待できる。

【0107】

以上説明した様な本実施の形態の光ディスク装置によれば、散乱物質に照射されたレーザ光の位相はランダム化されて散乱光として放射されるので、散乱光のチルト収差、又は、コマ収差を検出することで、高精度なチルト検出が可能となる。

【0108】

(実施の形態3)

次に、本発明の実施するための最良の形態について、実施の形態3を図面を参照しながら説明する。

【0109】

図11は、図2(c)の構造を適用した多層光ディスクの断面を示している。本光ディスクは、上部基材111と、記録層スタック112と、散乱層113と、下部基材114で構成されている。ここで、記録層スタックとは、記録層115が中間層116を介して積層している部分のことを意味している。更に、記録層スタック112内の各記録層115は、散乱層113に平行に構成されている。これらの平行な層は、例えば、散乱層113上に中間層116をスピコートやスパッタリングにより形成し、その上に記録層115と中間層116をスピコートやスパッタリングにより積層すると、記録層115と散乱層113は、平行に作ることができる。尚、記録層には、ジアリールエテン、フルギドなどのフォトリソミック材料が使用され、中間層には、UV硬化樹脂や $ZnS-SiO_2$ などが使用され、散乱層には、実施の形態2と同じ材質、例えば、少なくとも入射光の半波長分以下の最大径を持つ粒子が所定の密度でランダムに配置されている。レーザ光117は、記録層115に集光し、レーザ光118は、散乱層113に集光する。レーザ光117は、記録層への記録再生、レーザ光118は、チルト検出に使用される。レーザ光118が散乱層113に照射されると散乱光を発する様になっている。チルトは、この散乱光にて検出される。

【0110】

図12は、図11の光ディスクを光ディスク装置に適用した例である。光ディスク126は、図11で示された多層光ディスクである。光ディスク126は、記録層スタック128とは別に散乱層125を含んでいる。散乱層125は、記録層スタック128内の記録層と平行な位置関係にある。

【0111】

レーザ駆動回路60は、光源61を駆動して波長は λ_0 のレーザ光を発振させている。光源61から出射されたレーザ光は、コリメートレンズ62で平行光に変換されて、デフォーミブルミラー6Qに入射する。デフォーミブルミラー6Qでは、図12には示されていない波長 λ_0 のレーザ光の球面収差センサーの検出値により球面収差補正が行われる。デフォーミブルミラー6Qで反射したレーザ光は、ビームスプリッター124に入る。

【0112】

また、第2のレーザ駆動回路121は、第2のレーザ122を駆動して波長 λ_1 のレーザ光を発振させている。この λ_0 と λ_1 の波長は異なる波長である。例えば、 λ_0 は405nm、 λ_1 は、650nm、又は、780nmとする。第2のレーザレーザ122より出射されたレーザ光は、第2のコリメートレンズ123ではほぼ平行光に変換されて、ビームスプリッター124に入る。

【0113】

波長 λ_0 と波長 λ_1 の2つのレーザ光は、偏光ビームスプリッター124の入射面とは異なる面から出射される。出射される波長 λ_0 と λ_1 のレーザ光の光軸はそろっている。また、波長 λ_1 のレーザの開口数は、 λ_0 のレーザの開口数より小さくなっている。

【0114】

ビームスプリッター124から出射した波長 λ_0 と λ_1 のレーザ光は、偏光ビームスプリッター63に入射する。入射した波長 λ_0 と λ_1 のレーザは、偏光ビームスプリッター63をそのまま透過して、1/4波長板6Tを通り、対物レンズ64に入る。対物レンズ64は、波長 λ_0 のレーザ光を光ディスク126内の記録層スタック128内の所定の記録層に集光する。また、同時に、図12では示していない第2のコリメートレンズ123のアクチュエータによる第2のコリメートレンズ123の位置制御により、波長 λ_1 のレーザ光は散乱層125に集光する。散乱層125は、照射された波長 λ_1 のレーザ光のエネルギーを吸収して波長 λ_1 の散乱光を出射し、出射された散乱光の一部が、対物レンズ64に入射し、1/4波長板6Tを通り、更に、偏光ビームスプリッター63に入射する。また、記録層スタック128の所定の記録層に集光した波長 λ_0 のレーザ光は、記録層スタック128の所定の記録層で反射して対物レンズ64に入射し、1/4波長板6Tを通り、更に、偏光ビームスプリッター63に入射する。偏光ビームスプリッター63に入射した記録層スタック128の記録層よりの反射光と散乱層125よりの散乱光は、偏光ビームスプリッター63で往路光とは異なった方向に反射して、光学フィルター127に入射する。光学フィルター127では、波長 λ_0 の光を透過し、波長 λ_1 の光を反射する分光特性を持っている。よって、光ディスク126の記録層からの反射光は、この光学フィルター127を通過して、別途不図示の検出器によって記録層の情報が読み出される。また、光学フィルター127では、散乱層125からの波長 λ_0 の散乱光が反射され、点線で囲まれたチルトセンサー129に入射する。このチルトセンサーは、図10のチルトセンサーと構成は同じであり、レーザ光の波長や開口数が異なるのみである。チルトセンサー129に入射した散乱光は、平面のミラー102で反射してホログラム104に入射する。ホログラム104では、符号の異なる同じ大きさの2種類のバイアスXコマ収差、バイアスYコマ収差が付加される。ホログラム104にてバイアス収差を加えられたレーザ光は、集光レンズ6Dに入射する。集光レンズ6Dに入射したレーザ光は、ピンホール群105上に集光される。ピンホール群105上には、付加されたバイアス収差に対応した4つのピンホールが設けられている。

【0115】

ピンホールを通過したレーザ光は、フォトセンサー群106上の各々のピンホールに対応したフォトセンサーに入射する。フォトセンサーに入射した光は、電気信号に変換され

て、収差モード検出回路 107 に入力される。各フォトセンサーの信号は、収差モード検出回路 107 内で収差モード毎に差動増幅され、X、Yチルト検出信号 6N (X、Yコマ収差検出信号) を出力する。

【0116】

図 12 の光ディスク装置の動作は、図 10 と同様である。

【0117】

また、図 12 には示されていない波長 λ_0 のレーザ光の球面収差センサー、波長 λ_0 のレーザ光のデフォーカスセンサー、再生信号センサーは、光学フィルター 127 に入射する前のレーザ光を分け、そのレーザ光にて動作する様になっている。

【0118】

尚、散乱層 125 の代わりに乱反射面や蛍光層を使用しても同様の効果が得られる。

【0119】

以上説明した様な本実施の形態の光ディスク装置によっても、ある散乱層に照射されたレーザ光の位相はランダム化されて散乱光となり復路光だけの収差を持つ為に、この散乱光のチルト収差、又は、コマ収差を検出することで、散乱層のチルト検出ができて、間接的に記録層のチルト検出が可能となる。

【0120】

また、記録層スタック 128 以外の異なる層に散乱層 125 が設けられているため、記録層内に散乱部を構成する場合に比べて光ディスクの製造を極めて容易にすることができる。また、記録層は全面を情報を記録する面として利用でき、収差検出も時間的に連続に行うことができる。

【0121】

(実施の形態 4)

次に、本発明の実施するための最良の形態について、実施の形態 4 を図面を参照しながら説明する。

【0122】

図 6 の光ディスク装置では、光ディスク 66 に記録層スタック 67 内の記録層に平行な反射層 68 を設けて反射層からの反射光のチルト収差やコマ収差のキャンセルされない様にしていた。本実施の形態の光ディスク装置は、反射層を設ける代わりに、往路光の波面を所定の形に変形して、記録層よりの反射光のチルト収差やコマ収差がキャンセルされない様にした例である。往路光の波面の変形の方法としては、所定量の球面収差、又は、デフォーカス収差を波面に残す方法などが考えられる。よって、構成は、図 6 とほとんど同じである。異なる点は、以下の 2 点である。1 点は、本実施の形態の光ディスクが、デフォーカスした反射光を作る反射層を持っていない点である。また、他の 1 点は、本実施の形態の光ディスク装置が、記録層よりのレーザ光だけを検出しているので、図 6 での偶対称収差センサー 6S を持ってない点である。また、構成は同じであるが、動作が異なる点は、図 6 の光ディスク装置では、デフォーカブルミラー 6Q は、球面収差をキャンセルしていたが、本実施の形態では、往路光の波面を所定の形に変形している。

【0123】

図 13 は本発明の実施の形態 4 における光ディスク装置で、往路光に所定量の球面収差を残す方法を適用した時の光ディスク装置を説明している。光ディスク 131 は、図 5 で示された多層光ディスクから反射層 53 を取り除いた構成となっている。

【0124】

光源 61、レーザ駆動回路 60、コリメートレンズ 62 は、図 6 と同じ構成である。コリメートされた光ビームは、デフォーカブルミラー 6Q にて球面収差補正される。デフォーカブルミラー 6Q での球面収差補正值は、サーボコントローラ 6U が、チルトセンサー 6P から球面収差量信号を入力して、その値に基づいて所定の演算を行って決定される。この球面収差補正值は、球面収差が所定量残る様に演算された値である。サーボコントローラ 6U は、デフォーカブルミラー駆動回路 6R を通して球面収差補正值に対応する面になるようにデフォーカブルミラーを制御する。この様なフィードバックループにより、図

5で、記録層スタック52内の所定の記録層59に集光しているレーザ光57に含まれる球面収差が所定量になる様に制御されている。

【0125】

デフォーマブルミラー駆動回路6Rから出射したレーザ光は、偏光ビームスプリッター63を透過して1/4波長板6Tを通り、対物レンズ64に入射する。サーボコントローラ6Uは、チルトセンサー6Pからのデフォーカス収差量に基づき対物レンズアクチュエータ65を制御することで対物レンズ64を記録層スタック67内の所定の記録層に集光する様に制御している。

【0126】

記録層スタック67内の所定の記録層に到達したレーザ光は、記録層スタック67内の所定の記録層で反射して対物レンズ64に戻っていく。この時、往路光に含まれる収差により（この場合は、球面収差）往路光と復路光、即ち、記録層スタック内の所定の記録層に集光して反射したレーザ光は、チルト収差、コマ収差をキャンセルしない。

【0127】

対物レンズ64に戻ったレーザ光は、対物レンズ64、1/4波長板6Tを通り、偏光ビームスプリッター63で往路光と異なったに方向反射してチルトセンサー6Pの内部に入射する。

【0128】

チルトセンサー6Pに入射したレーザ光は、デフォーマブルミラー6Aに入射する。デフォーマブルミラー6Aは、入力される球面収差制御信号6Mに応じてミラー形状を変えていく。このデフォーマブルミラー6Aでチルトセンサー6Pに入射したレーザ光の球面収差をキャンセルしている。この球面収差は、デフォーマブルミラー6Qで所定量の球面収差を残した分である。ここで補球面収差をキャンセルしなくとも後述するピンホール群6F上で十分な強さのビームスポットが得られる場合は、デフォーマブルミラー6Aは必要ない。

【0129】

デフォーマブルミラー6Aで反射したレーザ光は、ホログラム6Cに入射する。ホログラム6Cでは、符号の異なる同じ大きさの2種類のバイアスXコマ収差、符号の異なる同じ大きさの2種類のバイアスYコマ収差、符号の異なる同じ大きさの2種類のバイアスデフォーカス収差、符号の異なる同じ大きさの2種類のバイアス球面収差の8種類のバイアス収差を加えている。各々のバイアス収差の収差量は、検出する収差量により決まり、検出する収差量の半分程度が望ましい。

【0130】

ホログラム6Cにてバイアス収差を加えられたレーザ光は、集光レンズ6Dに入射する。集光レンズ6Dは、集光レンズアクチュエータ6Eで保持されている。集光レンズアクチュエータ6Eは、デフォーカス収差制御信号6Lに応じて集光レンズのフォーカス位置を移動させる。先に述べたように、この集光レンズを動かすことで、デフォーカス収差をキャンセルしている。ここでデフォーカス収差をキャンセルしなくとも後述するピンホール群6F上で十分な強さのビームスポットが得られる場合は、集光レンズアクチュエータ6Eは必要なく、集光レンズ6Dは、所定の位置で固定されていても良い。

【0131】

集光レンズ6Dに入射したレーザ光は、ピンホール群6F上に集光される。ピンホール群6F上には、付加されたバイアス収差に対応した8つのピンホールが設けられている。各々のピンホールの半径は、エアリーディスク径の1/1.22倍としている。

【0132】

ピンホール群6Fを通過したレーザ光は、フォトセンサー群6G上の各々のピンホールに対応したフォトセンサーに入射する。フォトセンサーに入射した光は、電気信号に変換されて、収差モード検出回路6Hに入力される。各フォトセンサーの信号は、収差モード検出回路6H内で収差モード毎に差動増幅され、X、Yチルト検出信号6N（X、Yコマ収差検出信号）、デフォーカス収差信号6J、球面収差信号6Kを出力する。このX、Y

チルト検出信号 6 N (X、Y コマ収差検出信号) がこのチルトセンサーの出力となる。

【0133】

デフォーカス収差信号 6 J、球面収差信号 6 K、X、Y チルト検出信号 6 N は、デフォーカス収差球面収差キャンセルコントローラ 6 I に入力される。デフォーカス収差球面収差キャンセルコントローラ 6 I では、集光レンズ 6 D に入射するレーザーのデフォーカス収差をキャンセルし、デフォーカブルミラー 6 A に入射するレーザー光の球面収差をキャンセルする様に、デフォーカス収差検出信号 6 J と球面収差検出信号 6 K よりデフォーカス収差制御信号 6 L と球面収差制御信号 6 M を集光レンズアクチュエータ 6 E とデフォーカブルミラー駆動回路 6 B に出力する。また、同時に、デフォーカス収差球面収差キャンセルコントローラ 6 I は、デフォーカス収差検出信号、球面収差検出信号、X、Y チルト検出信号の 4 つの信号をサーボコントローラ 6 U に出力する。尚、サーボコントローラ 6 U とデフォーカス収差球面収差キャンセルコントローラ 6 I は、双方向の通信ラインにて結ばれている。

【0134】

次に、本実施の形態での光ディスク装置の動作について説明を行う。電源 ON 時など初期状態では、対物レンズは、記録層スタック 67 内の所定の記録層に集光する様に対物レンズアクチュエータ 65 を動作させて制御される。初期状態からチルト検出信号が出力されるまでの制御手順の一例を以下に示す。

【0135】

(1) 一旦、対物レンズ 64 を光ディスク 66 の表面に集光する様におおよその位置に移動する。

【0136】

(2) 光ディスク 66 の表面からの反射光にて、デフォーカス収差信号 6 J で” S 字曲線” が検出できる様に対物レンズ 64 を対物レンズアクチュエータ 65 にて位置調整を行い、更に、チルトセンサー 6 P の集光レンズ 6 D を集光レンズアクチュエータ 6 E にて位置調整を行う。また、同時に、この時、デフォーカブルミラー 6 A とデフォーカブルミラー 6 Q は、球面収差補正量が同じになる様に、光ディスク 66 の表面に対応した球面収差補正を行う。

【0137】

(3) 光ディスク 66 の表面からの反射光にて、デフォーカス収差信号 6 J で” S 字曲線” が検出されたら、対物レンズ 64 を光ディスク 66 の表面より下方向に移動させ、(2) と同様に、順次” 次の記録面 S 字曲線” が検出できる様にデフォーカブルミラー 6 A とデフォーカブルミラー 6 Q とチルトセンサー 6 P の集光レンズ 6 D を制御し、” 記録層の S 字曲線” の検出個数をカウントしながら記録層スタック 67 内の所定の記録層の” S 字曲線” を検出する。

【0138】

(4) 記録層スタック 67 内の所定の記録層の” S 字曲線” が検出されたら、(2) と同様に、対物レンズ 64 とデフォーカブルミラー 6 Q と集光レンズ 6 D とデフォーカブルミラー 6 A は、記録層スタック 67 内の所定の記録層に集光する様にチルトセンサー 6 P のデフォーカス収差信号 6 J と球面収差出力 6 K に基づいて制御される。

【0139】

(5) サーボコントローラ 6 U は、デフォーカブルミラー 6 A とデフォーカブルミラー 6 Q での球面収差量の補正量を所定の量だけ差を持たせて制御する。この時に出力される X、Y チルト検出信号が記録層スタック 67 内の記録層のチルトを検出している。

【0140】

以降は、チルトセンサー 6 P のデフォーカス収差信号 6 J で、” S 字曲線” を検出し、対物レンズ 64 を所定の記録層に集光する様に制御する。同時に、チルトセンサー 6 P の球面収差信号 6 K で、” S 字曲線” を検出してデフォーカブルミラー 6 A とデフォーカブルミラー 6 Q を補正球面収差量に所定量の差を持たせる様に制御する。

【0141】

また、先に述べた様に、往路光の波面を変形することは、光ディスク131の記録層上の集光点の形状、即ち、ビームスポットが回折限界まで絞らないことを意味する。これは、ビームスポットが大きくなり、記録密度を低下させることを意味する。よって、往路光の波面の変形は、ユーザデータの記録容量に影響しない様に、所定のタイミング、例えば、データフォーマット上で、有意データを記録していない領域、ランイン、ランアウトなどの領域で時分割して行われる。

【0142】

尚、記録、再生のレーザ光と異なる波長のレーザ光にて本実施の形態のチルト検出を行えば、上記時分割処理は必要ない。

【0143】

更に、往路光の波面を変形する波面の形状としては、所定量のデフォーカス収差や球面収差を加える以外に開口を狭くする方法がある。この場合、波面の変形の効果と、開口を狭くすることで、記録層上のビームスポットが大きくなり、記録層上の凹凸が散乱面と見なせる効果と、記録層上の記録マークが散乱物質となり散乱光を発生する効果が加わる。

【0144】

以上説明した様な本実施の形態の光ディスク装置によれば、記録層に照射するレーザ光の波面に所定のデフォーカス収差や球面収差を含ませるので、記録層が平坦であっても、その反射光で記録層のチルトに対応したチルト収差、又は、コマ収差を検出することができ、高精度なチルト検出が可能となる。

【0145】

(実施の形態5)

次に、本発明の実施するための最良の形態について、実施の形態5を図面を参照しながら説明する。

【0146】

実施の形態1より実施の形態4までの光ディスク装置は、光ディスクよりの反射光を検出することで光ディスクのチルトを検出していた。図14の光ディスク装置では、記録層を透過して光ディスクのレーザ光入射面と反対側の面に出射するレーザ光のチルト収差やコマ収差を検出することで、光ディスクのチルトを検出している例である。図4で示した様に、光ディスクがチルトにしている時、光ディスクを透過したレーザ光には、チルト収差やコマ収差は、キャンセルされずに残されている。

【0147】

図14は本発明の実施の形態5における光ディスク装置で、透過光にて光ディスクのチルトを検出する方法を適用した時の光ディスク装置を説明している。光ディスク140は、図6で示された光ディスク66から反射層68を取り除くことで、記録層スタック67を透過して更にレーザ光入射面と反対側の面に透過する構造となっている。

【0148】

光源61、レーザ駆動回路60、コリメートレンズ62、デフォーカブルミラー6Q、偏光ビームスプリッター63、1/4波長板6T、対物レンズ64、対物レンズアクチュエータ65の構成は、図6と同じである。

【0149】

記録層スタック67内の所定の記録層に集光したレーザ光の一部は、更に、記録層スタック67を透過して、更に、レーザ光入射面とは反対側の面より光ディスク140の外へ出射する。

【0150】

記録層スタック67内の所定の記録層に集光したレーザ光の他の一部分は、反射して対物レンズ64に戻っていく。対物レンズ64に戻ったレーザ光は、対物レンズ64、1/4波長板6Tを通り、偏光ビームスプリッター63で往路光と異なったに方向反射して偶対称収差センサー6Sの内部に入射する。

【0151】

偶対称収差センサー6Sに入射したレーザ光は、平面ミラー102で反射して、ホログ

ラム 6 C に入射する。ホログラム 6 C では、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアスデフォーカス収差、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアス球面収差の 4 種類のバイアス収差を加えている。各々のバイアス収差の収差量は、検出する収差量により決まり、検出する収差量の半分程度が望ましい。

【0152】

ホログラム 6 C にてバイアス収差を加えられたレーザ光は、集光レンズ 6 D に入射する。集光レンズ 6 D は、対物レンズ 6 4 の集光点よりのレーザ光を集光する様に位置が調整されている。

【0153】

集光レンズ 6 D に入射したレーザ光は、ピンホール群 6 F 上に集光される。ピンホール群 6 F 上には、付加されたバイアス収差に対応した 4 つのピンホールが設けられている。各々のピンホールの半径は、エアリーディスク径の $1/1.22$ 倍としている。

【0154】

ピンホール群 6 F を通過したレーザ光は、フォトセンサー群 6 G 上の各々のピンホールに対応したフォトセンサーに入射する。フォトセンサーに入射した光は、電気信号に変換されて、収差モード検出回路 6 H に入力される。各フォトセンサーの信号は、収差モード検出回路 6 H 内で収差モード毎に差動増幅され、デフォーカス収差信号 6 J、球面収差信号 6 K をサーボコントローラ 1 4 3 に出力する。サーボコントローラ 1 4 3 は、デフォーカス収差信号 6 J、球面収差信号 6 K の示す値によって、デフォーカブルミラー 6 Q、対物レンズアクチエータ 6 5 を制御する。

【0155】

一方、光ディスク 1 4 0 を透過したレーザ光は、透過側対物レンズ 1 4 1 に入射する。対物レンズ 6 4 と透過側対物レンズ 1 4 1 は、対物レンズ 6 4 の集光点と透過側対物レンズ 1 4 1 の焦点が一致する様にサーボコントローラ 1 4 3 により制御されている。よって、透過側対物レンズ 1 4 1 は、透過側対物レンズ 1 4 1 に入射するレーザ光を平行光に変換している。

【0156】

透過側対物レンズ 1 4 1 を出射したレーザ光は、平面ミラー 1 0 2 で反射してチルトセンサー 1 4 4 に入射する。チルトセンサー 1 4 4 に入射したレーザ光は、ホログラム 1 4 5 に入射する。ホログラム 1 4 5 では、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアスデフォーカス収差、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアス X チルト収差、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアス Y チルト収差、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアス 0 度非点収差、符号の異なる同じ大きさの 2 種類のバイアス 4 5 度非点収差、の合計 10 種類のバイアス収差を加えている。各々のバイアス収差の収差量は、検出する収差量により決まり、検出する収差量の半分程度が望ましい。

【0157】

ホログラム 1 4 5 にてバイアス収差を加えられたレーザ光は、集光レンズ 1 4 6 に入射する。集光レンズ 1 4 6 は、対物レンズ 6 4 及び集光レンズ 1 4 6 の集光点よりのレーザ光を集光する様に位置が調整されている。

【0158】

集光レンズ 1 4 6 に入射したレーザ光は、ピンホール群 1 4 7 上に集光される。ピンホール群 1 4 7 上には、付加されたバイアス収差に対応した 10 個のピンホールが設けられている。各々のピンホールの半径は、エアリーディスク径の $1/1.22$ 倍としている。

【0159】

ピンホール群 1 4 7 を通過したレーザ光は、フォトセンサー群 1 4 8 上の各々のピンホールに対応したフォトセンサーに入射する。フォトセンサーに入射した光は、電気信号に変換されて、収差モード検出回路 1 4 9 に入力される。各フォトセンサーの信号は、収差モード検出回路 1 4 9 内で収差モード毎に差動増幅され、デフォーカス収差検出信号、X チルト検出信号、Y チルト検出信号、0 度非点収差検出信号、4 5 度非点収差検出信号の 5 つの検出信号をサーボコントローラ 1 4 3 に出力する。

【0160】

0度非点収差、45度非点収差が共に最小になる時に、対物レンズ64と透過側対物レンズの光軸が一致している。また、デフォーカス収差が最小になる時に、対物レンズ64と透過側対物レンズの集光点が一致している。よって、サーボコントローラ143は、0度非点収差検出信号、45度非点収差検出信号が共に最小になる様に、透過側対物レンズアクチュエータ142で透過側対物レンズ141の位置を制御することで、対物レンズ64と透過側対物レンズの光軸を合わせる。更に、サーボコントローラ143は、デフォーカス収差検出信号が最小になる様に、透過側対物レンズアクチュエータ142で透過側対物レンズ141の位置を制御することで、対物レンズ64と透過側対物レンズの集光点が一致させている。

【0161】

これら3つの検出信号が最小となる時のXチルト検出信号とYチルト検出信号で、X方向とY方向のチルトを検出できる。サーボコントローラ143は、Xチルト検出信号とYチルト検出信号より、対物レンズアクチュエータ65と透過側対物レンズアクチュエータ142を制御して、対物レンズ64と透過側対物レンズ141を傾けて光ディスク140のチルトをキャンセルする。

【0162】

以上説明した様な本実施の形態の光ディスク装置によれば、記録層に照射するレーザー光の一部を透過してレーザー光入射面と反対側の面より出射させ、レーザー光入射面と反対側の面より出射してきたレーザー光の波面の傾きを検出することで、光ディスクの高精度なチルト検出が可能となる。

【0163】

(実施の形態6)

次に、本発明の実施するための最良の形態について、実施の形態6を図面を参照しながら説明する。

【0164】

図15は本発明の実施の形態6における光ディスク装置で、NAが小さな光ビームで散乱物質を照射し、散乱した光をNAの大きな対物レンズで受光することで、実施の形態2よりさらに感度の高い光ディスクのチルトを検出方法を適用した光ディスク装置を説明している。構成は、実施の形態2とほとんど同じである。異なる点は、デフォーカブルミラー6Qの動作と、ホログラム104の機能である。

【0165】

デフォーカブルミラー6Qは、記録、又は、再生中（記録再生モードと呼ぶ）は、コリメートレンズ62からの光に球面収差を与えて、往路光が記録層に集光するまでに加わる球面収差をキャンセルする様にする。しかし、周期的、又は、所定のタイミングで、デフォーカブルミラー6Qの外周輪帯部分を蹴ってNAが小さい光ビームを散乱部101に照射する（チルト検出モードと呼ぶ）。記録再生モード時のNAは、0.6以上、外周輪帯部分を蹴ったチルト検出モード時のNAは0.2以下が望ましい。

【0166】

デフォーカブルミラー6Qで外周部分を蹴られたNAが小さい光ビームは、図15上で太い点線で示されている。NAが小さい光ビーム、即ち、往路光は、ビームスプリッター63、1/4波長板、対物レンズ64を通り、光ディスク103内の所定の記録層に集光する。記録層には、散乱部101が設けられていて、散乱部101に集光すると、散乱光が発生する。散乱光の内、対物レンズ64で受光された光でチルト検出を行う。この光を復路光と呼ぶ。よって、往路光のNAより復路光のNAが大きくなっている。この時の復路光のNAは、0.6以上が望ましい。

【0167】

図15上で、一点鎖線で示されているのが、復路光である。復路光は、対物レンズ64、1/4波長板6Tを通り、ビームスプリッター63で反射して、ミラー102で更に反射して、チルトセンサー151に入射する。

【0168】

チルトセンサー151は、実施の形態2の図10のチルトセンサー108と同じ種類のモダルセンサーであるが、チルト検出には、実施の形態2の場合の様に、一点鎖線で示された範囲の光を全て使用するのではなく、図3内に示されたキャンセルされない部分38に相当部分を使用する点異なる。この部分の光は、図3より明らかな様に、ほぼ全てが散乱光であるので、非散乱光の影響を排除され、微弱な散乱光でもS/Nがとれる。また、通常時は、デフォーカス収差、球面収差を検出する様になっている。

【0169】

チルトセンサー151に入射した復路光は、ホログラム152に入射する。ホログラム152は、2つの部分に分かれている。1つは、外周の輪帯部分(図3(b)でのキャンセルされない部分38の部分)で、2方向X、Yチルト検出の為に正負のバイアスコマ収差が与えられる部分となっている。また、他の部分は、中心部分であり、正負のバイアスデフォーカス収差、正負のバイアス球面収差が与えられる部分となっている。

【0170】

バイアス収差を与えられた各々の往路光は、集光レンズ6Dを通り、ピンホール群154上の異なったピンホールに集光する様になっている。ピンホール群154を通過した光は、フォトセンサー群153上の各々別々のフォトセンサーに入射する。フォトセンサー群153から、各々のフォトセンサーに対応した検出信号が収差モード検出回路に送られて、各々の正負のバイアス収差を与えられたペアになる信号の差動増幅信号が生成されて、各々X、Yチルト検出信号、デフォーカス検出信号、球面収差検出信号を出力する。

【0171】

実施の形態2で示した散乱による往路光の位相のランダム化で復路光の収差をキャンセルされないでチルトを検出する効果に加え、往路光に小さいNAの光ビームを使用することにより、往路光の位相影響がより一層小さくなり、復路光のチルト検出精度が上がる。さらに、散乱光だけが含まれている輪帯部分をチルト検出に使用するので、S/Nが良くなり、より一層復路光のチルト検出精度が上がる。

【0172】

また、1つの光ビームをデフォーダブルミラーでチルト検出モードと記録再生モードを時系列で切り替えているので、構成がシンプルになっている。

【0173】

なおディスクは図11のようなものでも良く、この場合はモード切り替え時にデフォーダブルミラーは開口数だけでなくフォーカス位置も変えながら集光ビームを記録層と散乱層とに切り替える。この様な場合1ビームでも収差検出と記録再生が可能であると共に、散乱部を読みに行くタイミングを装置側で任意に設定できるため、収差検出精度とディスクの記録再生の転送速度とのトレードオフに関する最適化が容易である。例えばディスクのチルトが小さい場合には、収差検出頻度を下げることができる。

【0174】

また、さらに、ディスクとしては、特に意図的に散乱部を形成していないものを用いても良い。例えば、通常の光ディスクの反射面でもNAを小さくしたチルト検出モードでは、入射した光の一部を輪帯領域側に散乱する程度の散乱性を有する。この場合、小さい開口数でレーザー光が入射されているために、記録層上のレーザー光のビームスポット径が大きくなる。この様な条件下では、ビームスポット内の記録マーク自体が散乱粒子とほぼ等価な働きをして、十分高い散乱性が得られる。

【0175】

なお、以上では光ディスクの場合を用いて説明したが、本発明は、レーザを照射して情報の記録または再生を行いうる記録媒体と、それを制御する装置や方法に広く及ぶものである。

【産業上の利用可能性】

【0176】

本発明にかかる光学的円盤状情報記録媒体は、デジタルデータの記録、再生等に有用

である。

【図面の簡単な説明】

【0177】

- 【図1】 本発明の請求項1の光ディスク装置のチルト検出の原理を説明した図
- 【図2】 本発明の請求項6の光ディスク装置のチルト検出の原理を説明した図
- 【図3】 本発明の請求項17の光ディスク装置のチルト検出の原理を説明した図
- 【図4】 本発明の請求項25の光ディスク装置のチルト検出の原理を説明した図
- 【図5】 本発明の実施の形態1における光ディスクの断面を示した図
- 【図6】 本発明の実施の形態1における光ディスク装置を説明した図
- 【図7】 本発明の実施の形態2における光ディスクを説明した図
- 【図8】 本発明の実施の形態2における光ディスクを説明した図
- 【図9】 本発明の実施の形態2における光ディスクの断面を示した図
- 【図10】 本発明の実施の形態2における光ディスク装置を説明した図
- 【図11】 本発明の実施の形態3における光ディスクの断面を示した図
- 【図12】 本発明の実施の形態3における光ディスク装置を説明した図
- 【図13】 本発明の実施の形態4における光ディスク装置を説明した図
- 【図14】 本発明の実施の形態5における光ディスク装置を説明した図
- 【図15】 本発明の実施の形態6における光ディスク装置を説明した図

【符号の説明】

【0178】

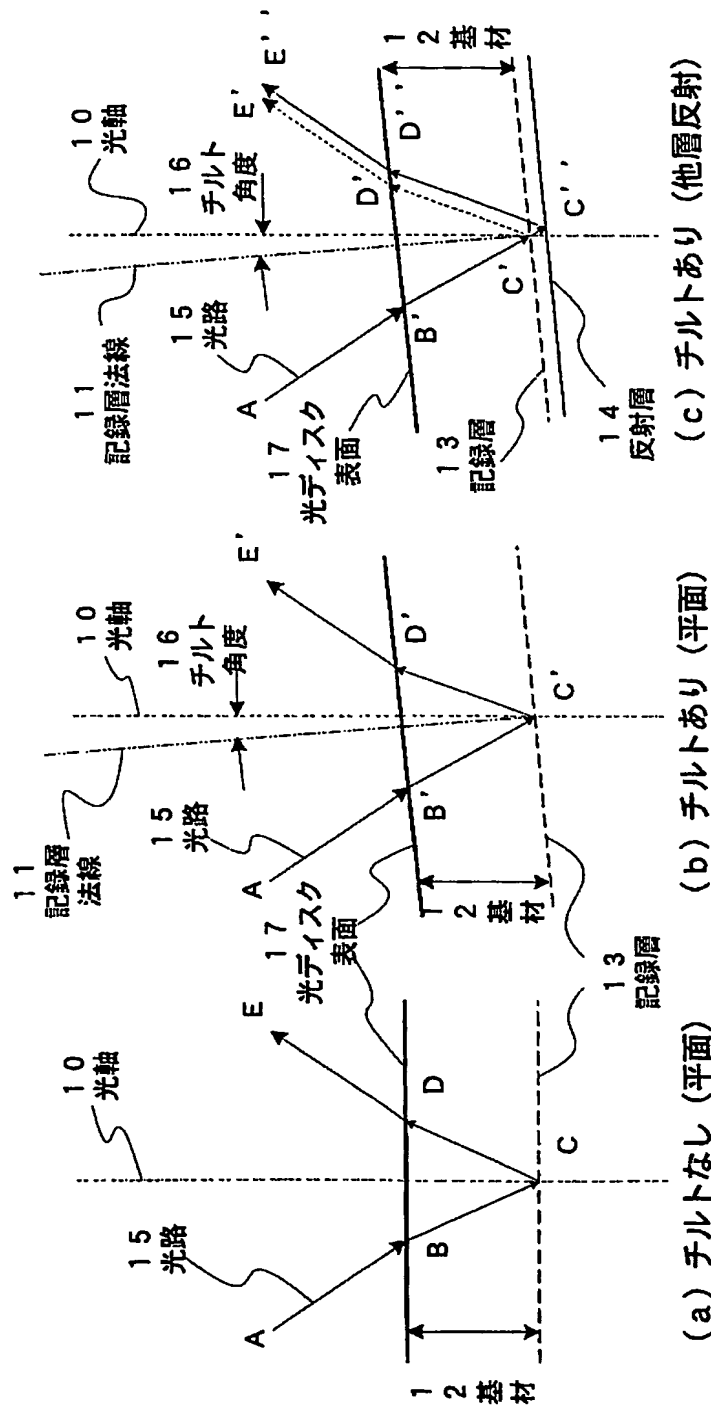
- 10 光軸
- 11 記録層法線
- 12 基材
- 13 記録層
- 14 反射層
- 15 光路
- 16 チルト角度
- 17 光ディスク表面
- 21 光軸
- 22 記録層法線
- 23 記録層
- 24 散乱物質
- 25 光路
- 26 チルト角度
- 27 光ディスク表面
- 28 散乱層
- 29 基材
- 30 光軸
- 31 記録層法線
- 32 記録層
- 33 散乱物質
- 34 往路光路
- 35 復路光路
- 36 チルト角度
- 37 基材
- 38 キャンセルしない光路
- 39 断面 a
- 3a 往路光+復路光
- 40 光軸
- 41 記録層法線

4 2 上部基材
4 3 下部基材
4 4 記録層
4 5 光ディスク表面
4 6 光ディスク裏面
4 7 a, 4 7 b 光路
4 8 チルト角度
5 1 上部基材
5 2 記録層スタック
5 3 反射層
5 4 下部基材
5 5 記録層
5 6 中間層
5 7 レーザ光
5 8 光ディスク表面
5 9 集光記録層
5 A 隣接記録層
5 B 円
6 0 レーザ駆動回路
6 1 レーザ
6 2 コリメートレンズ
6 3 偏光ビームスプリッター
6 4 対物レンズ
6 5 対物レンズアクチエータ
6 6 光ディスク
6 7 記録層スタック
6 8 反射層
6 9 スピンドルモータ
6 A デフォーマブルミラー
6 B デフォーマブルミラー駆動回路
6 C ホログラム
6 D 集光レンズ
6 E 集光レンズアクチエータ
6 F ピンホール群
6 G フォトセンサー群
6 H 収差モード検出回路
6 I デフォーカス収差球面収差キャンセルコントローラ
6 J デフォーカス収差信号
6 K 球面収差信号
6 L デフォーカス収差制御信号
6 M 球面収差制御信号
6 N X、Yチルト検出信号
6 P チルトセンサー
6 Q デフォーマブルミラー
6 R デフォーマブルミラー駆動回路
6 S 偶対称収差センサー
6 T 1/4波長板
6 U サーボコントローラ
6 V ハーフミラー
7 1 記録層

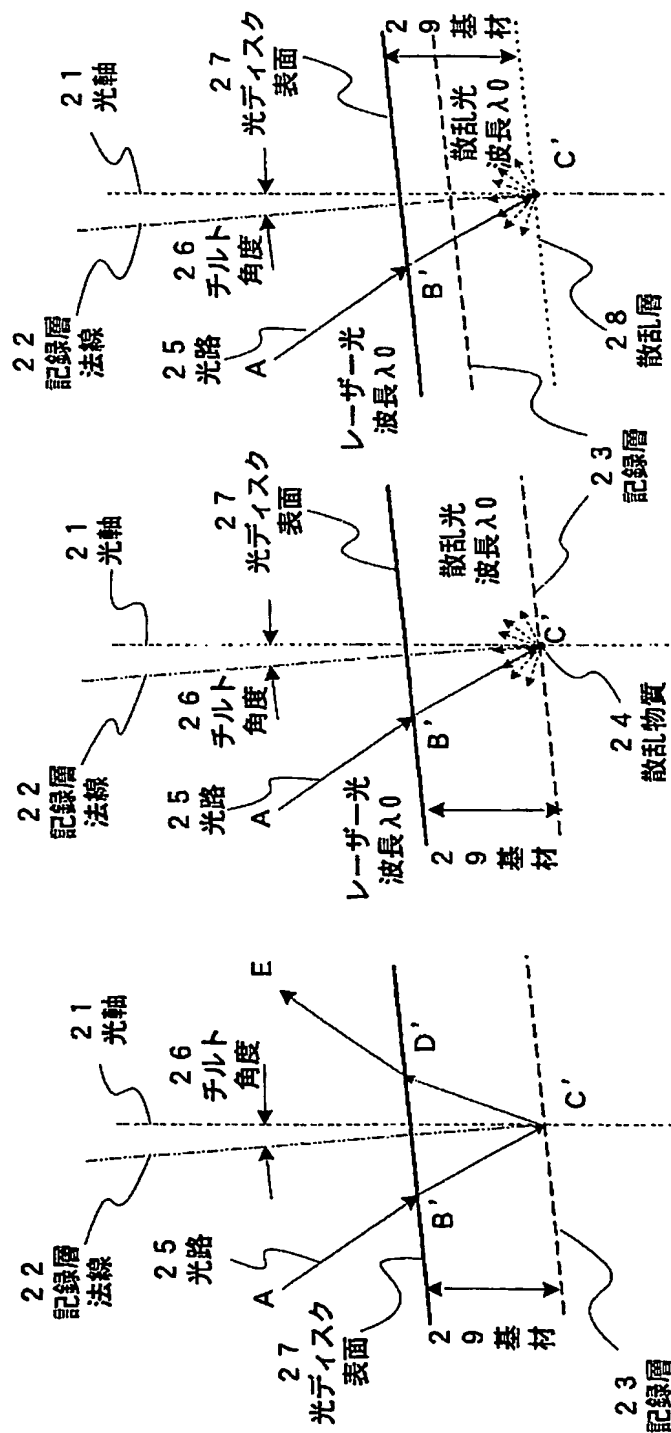
7 2 散乱部
7 3 散乱粒子
7 4 媒質
8 1 記録層
8 2 散乱部
8 3 散乱面
8 4 ボイド
9 1 上部基材
9 2 記録層スタック
9 3 散乱部
9 4 下部基材
9 5 記録層
9 6 中間層
9 7 レーザ光
9 8 光ディスク表面
10 1 散乱部
10 2 ミラー
10 3 光ディスク
10 4 ホログラム
10 5 ピンホール群
10 6 フォトセンサー群
10 7 収差モード検出回路
10 8 チルトセンサー
11 1 上部基材
11 2 記録層スタック
11 3 散乱層
11 4 下部基材
11 5 記録層
11 6 中間層
11 7 レーザ光
11 8 レーザ光
11 9 光ディスク表面
12 1 第2のレーザ駆動回路
12 2 第2のレーザ
12 3 第2のコリメートレンズ
12 4 第2の偏光ビームスプリッター
12 5 散乱層
12 6 光ディスク
12 7 光学フィルター
12 8 記録層スタック
12 9 チルトセンサー
13 1 光ディスク
14 0 光ディスク
14 1 透過側対物レンズ
14 2 透過側対物レンズアクチエータ
14 3 サーボコントローラ
14 4 チルトセンサー
14 5 ホログラム
14 6 集光レンズ
14 7 ピンホール群

1 4 8 フォトセンサー群
1 4 9 収差モード検出回路
1 5 1 チルトセンサー
1 5 2 ホログラム
1 5 3 フォトセンサー群
1 5 4 ピンホール群
1 5 5 収差モード検出回路

【書類名】 図面
【図 1】



【図2】

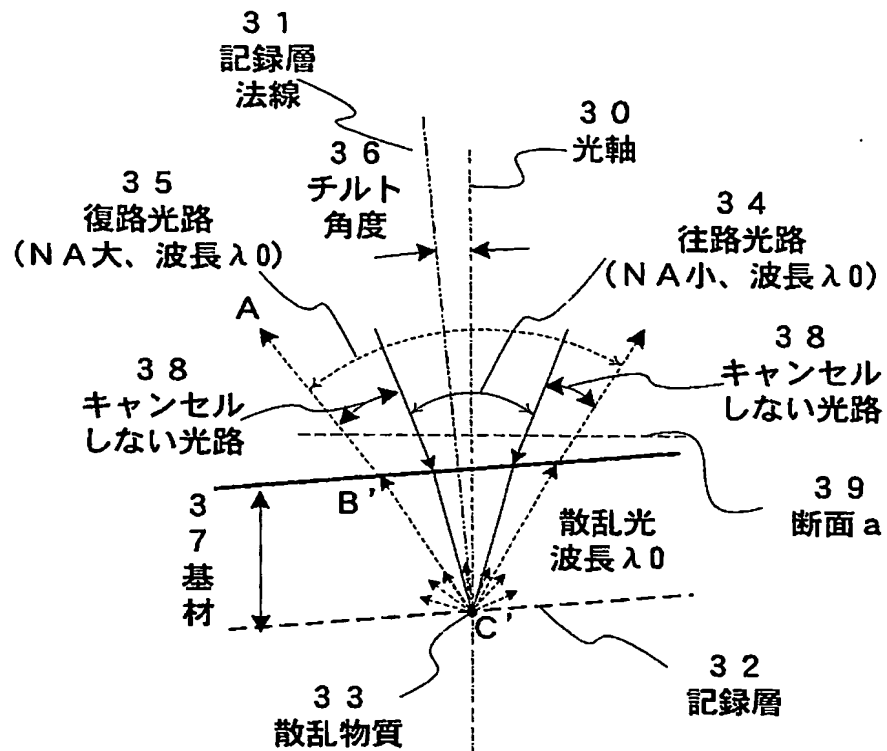


(c) チルトあり (散乱層)

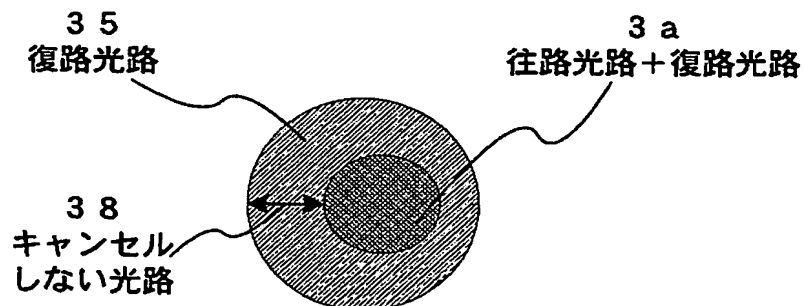
(b) チルトあり (散乱物質)

(a) チルトあり (平面)

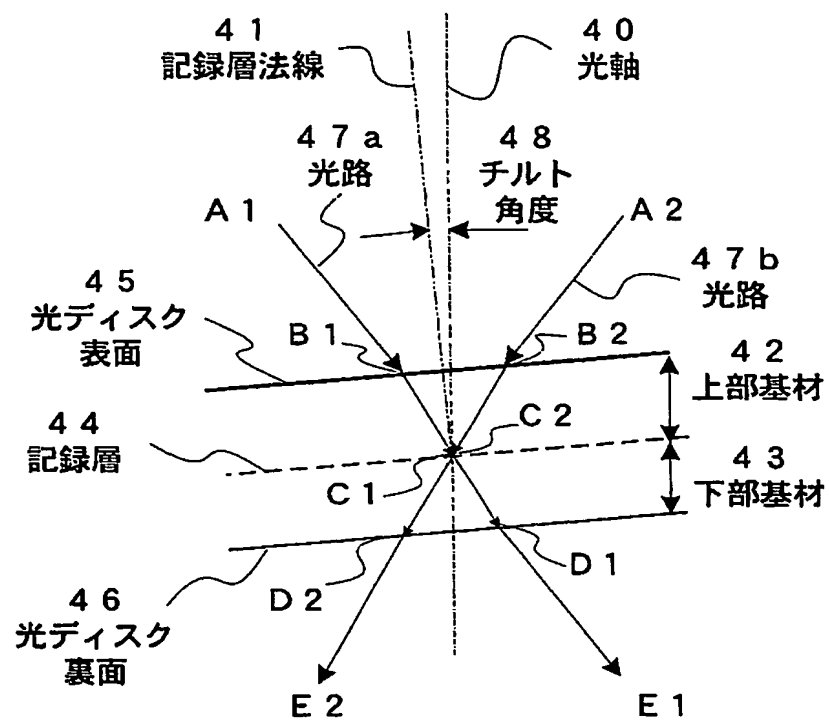
【図 3】



(a) チルトあり (往路光 NA 小)

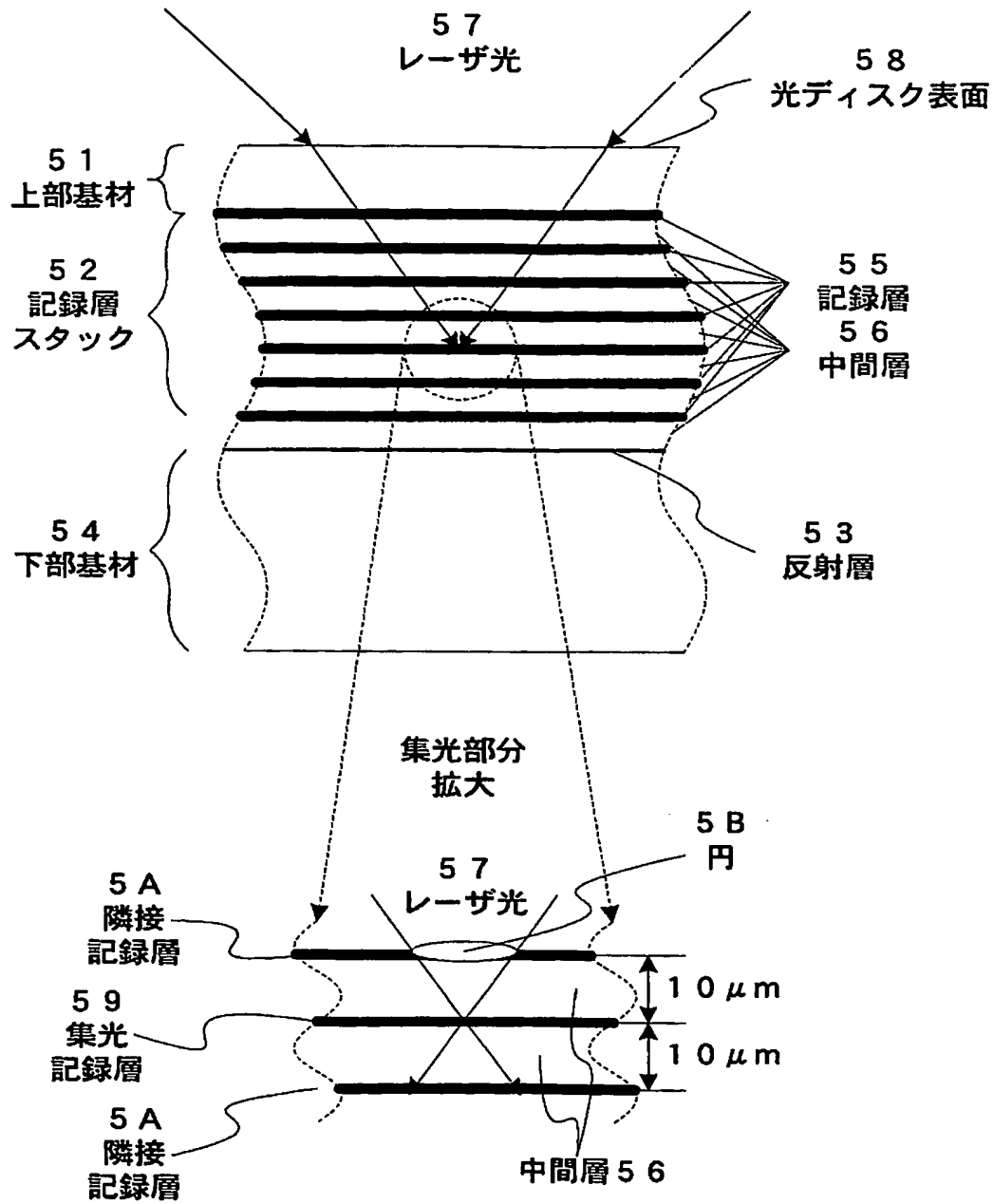
(b) 光軸方向より見た往路光と復路光
(図 3 (a) 内の 39 断面 a の図)

【図 4】

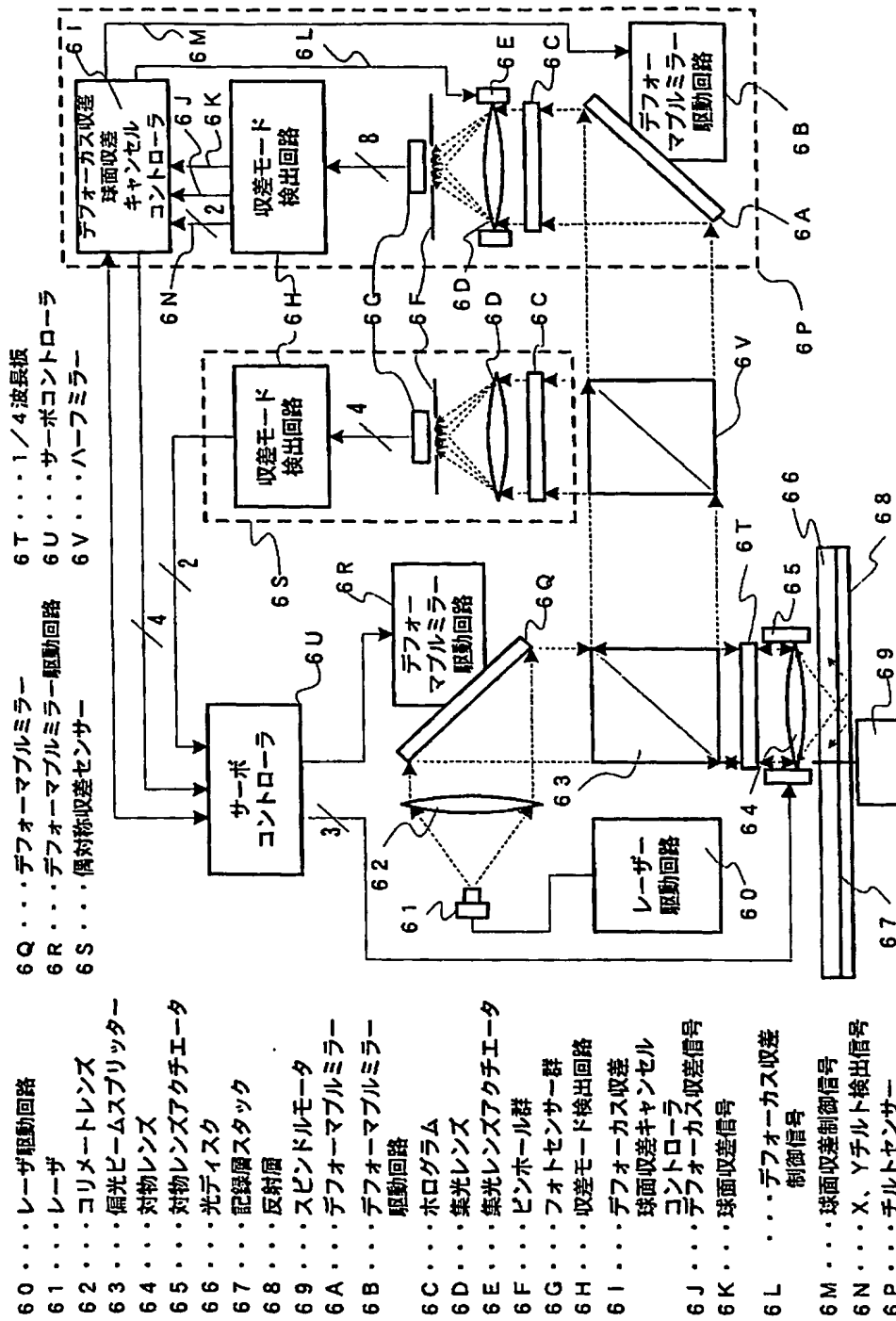


チルトあり（透過光検出）

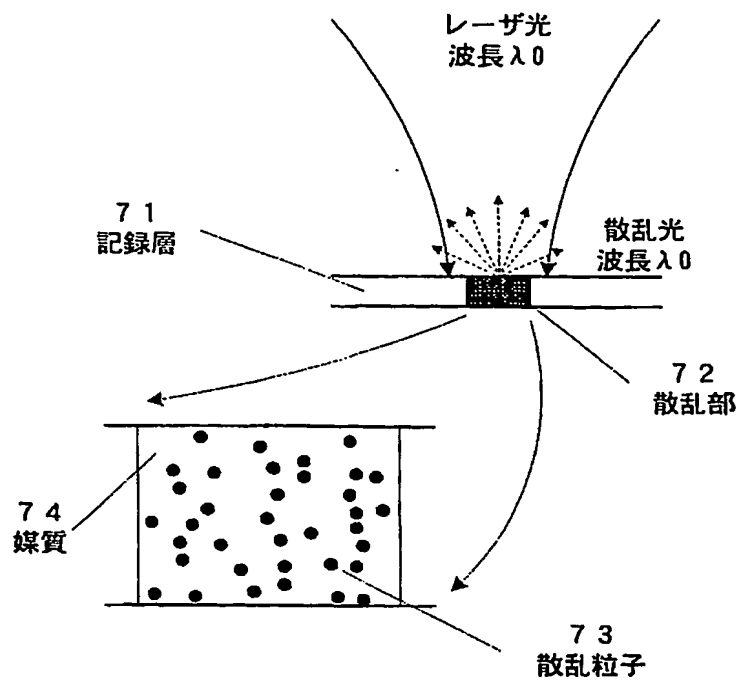
【図 5】



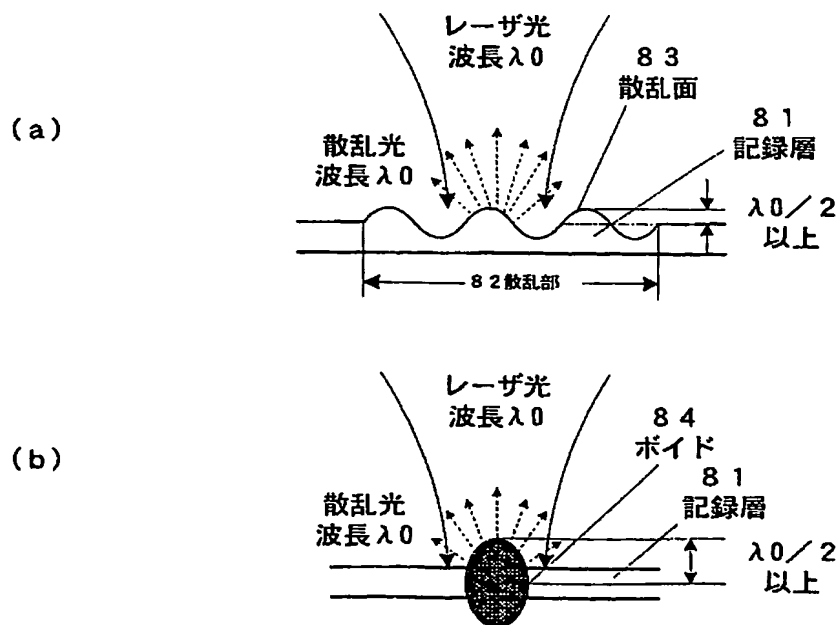
【図 6】



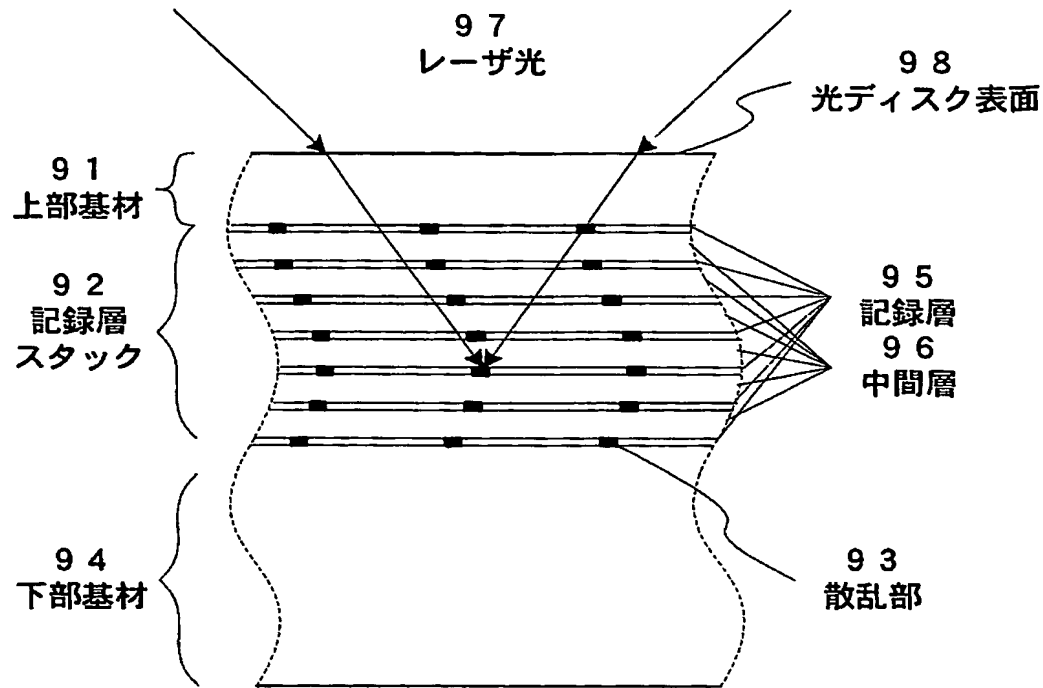
【図 7】



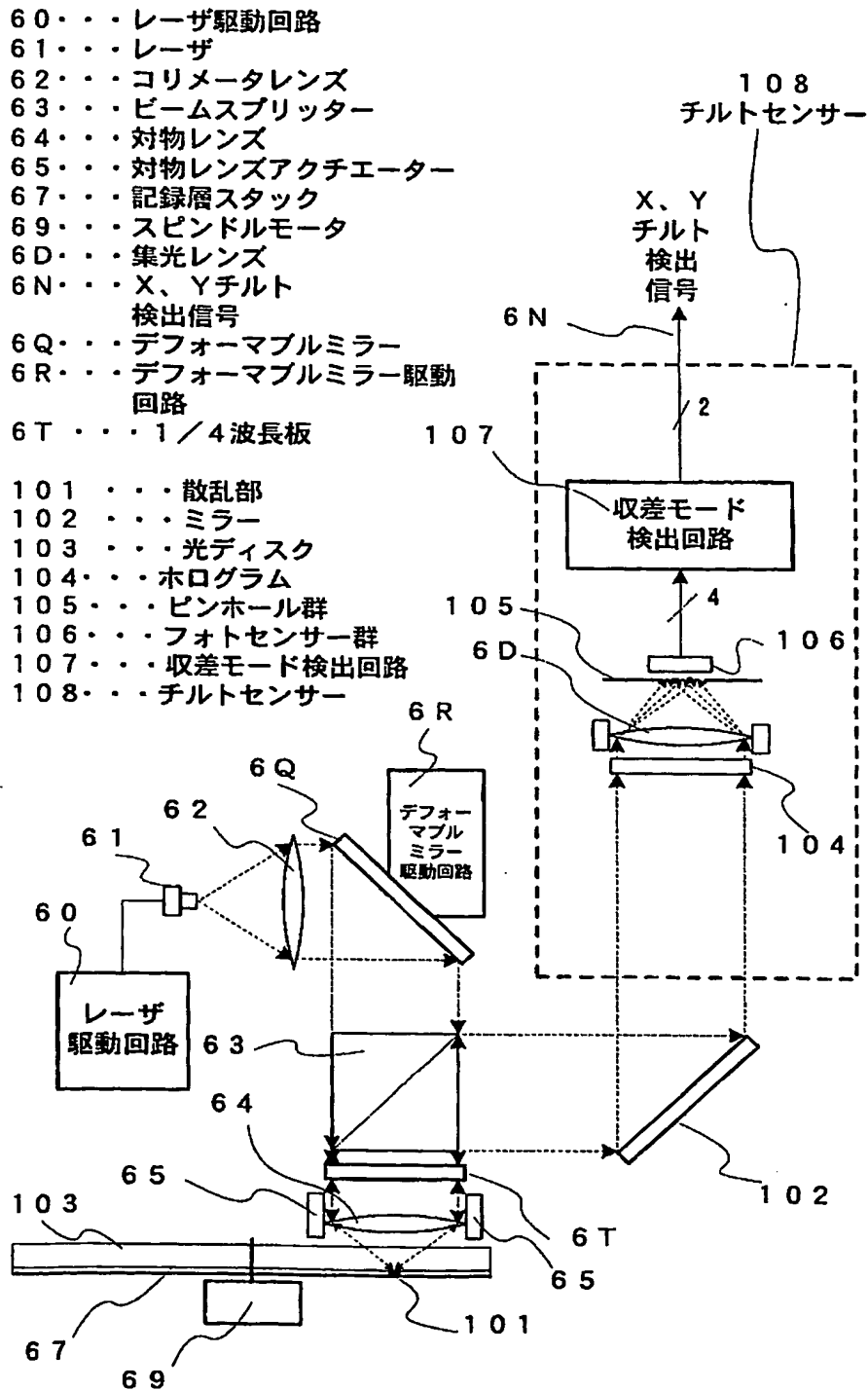
【図 8】



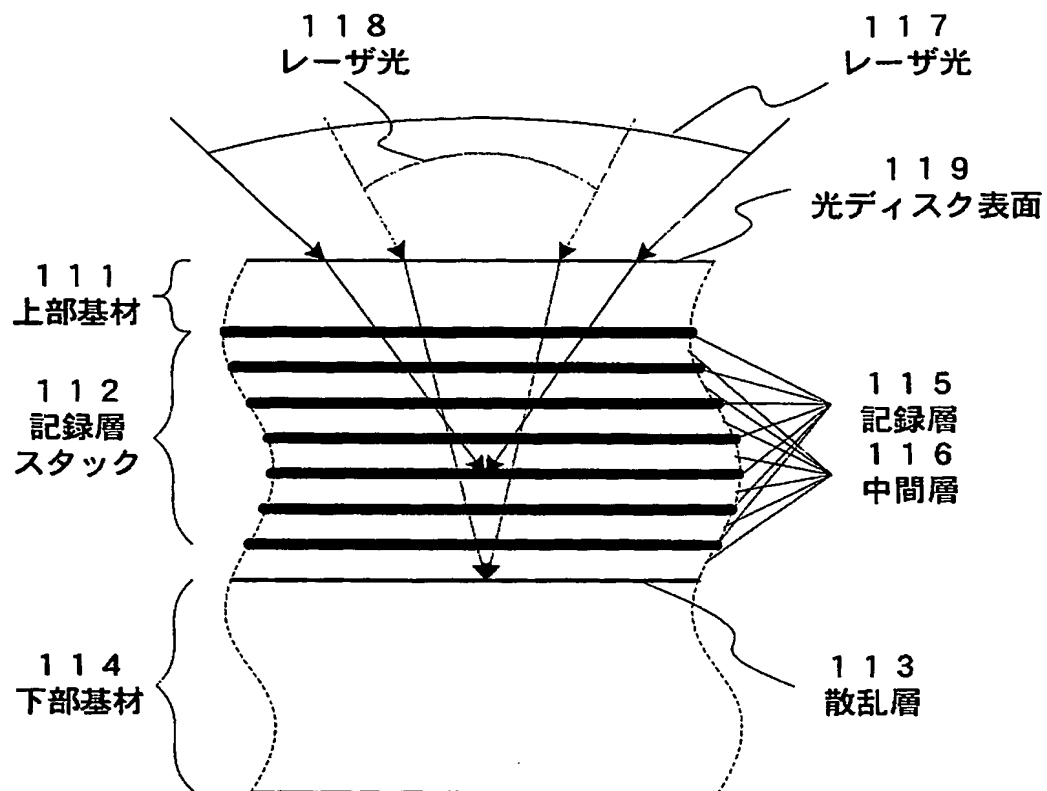
【図 9】



【図10】

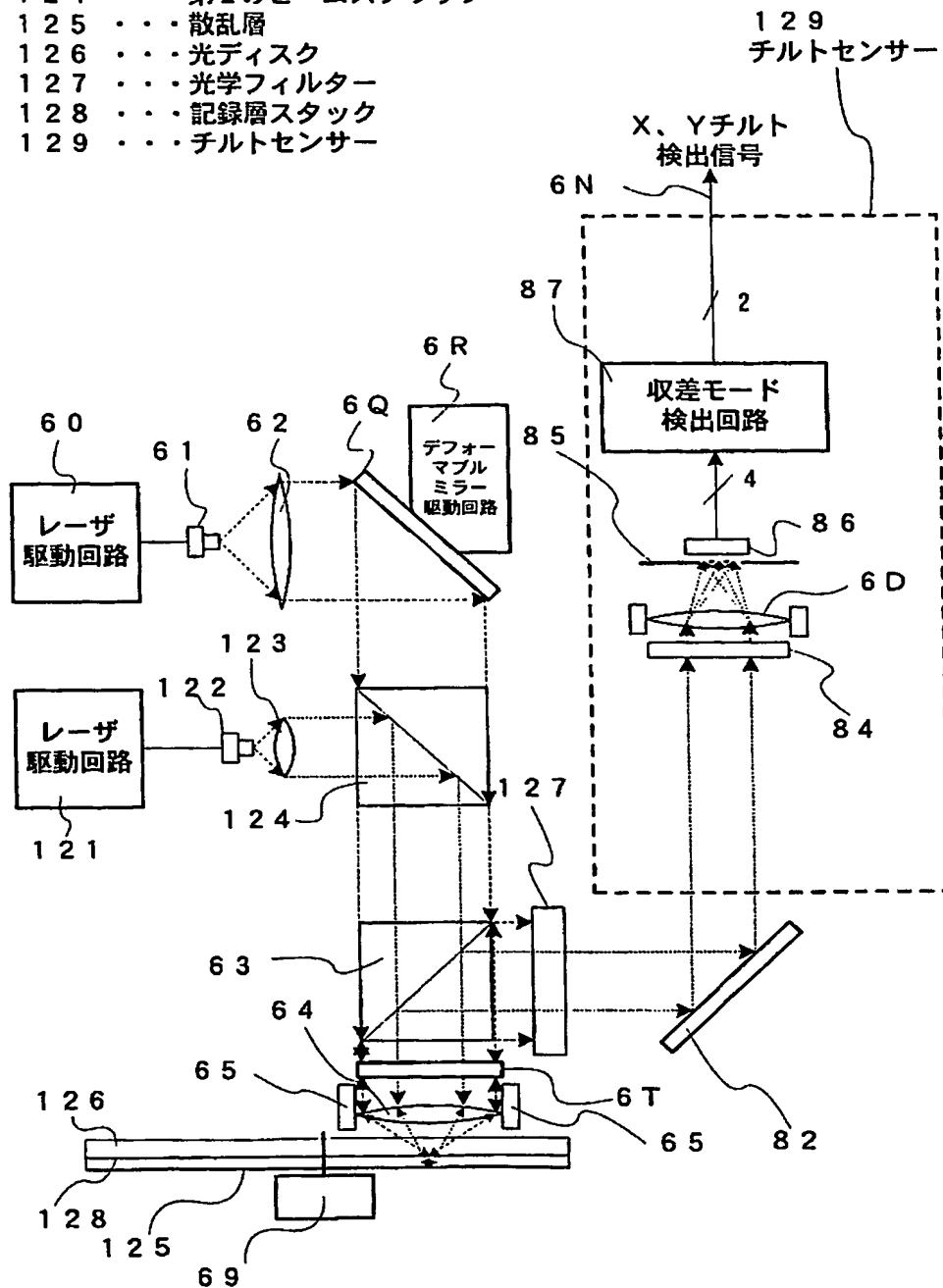


【図 11】



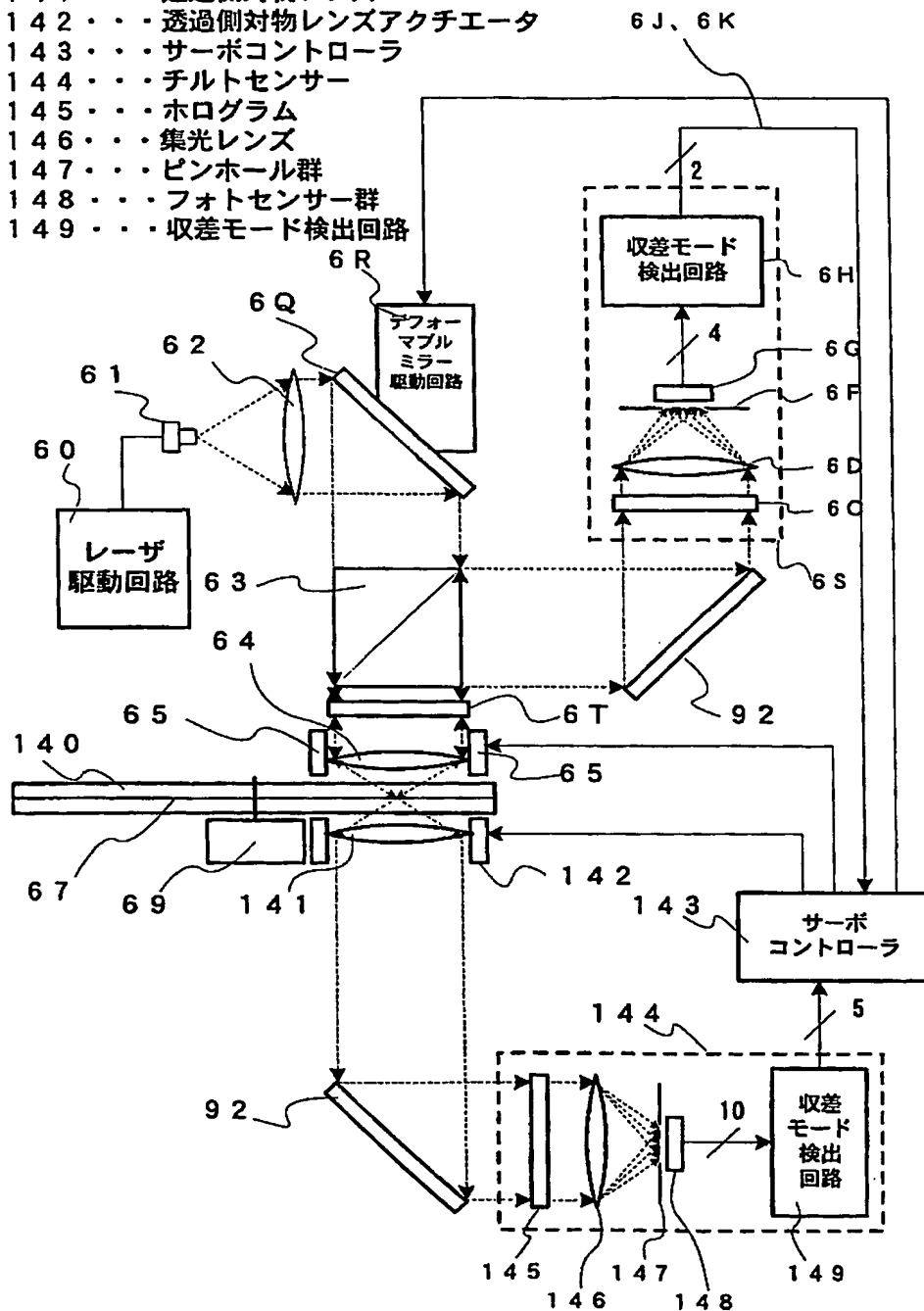
【図 12】

- 121 . . . 第2のレーザ駆動回路
 122 . . . 第2のレーザ
 123 . . . 第2のコリメートレンズ
 124 . . . 第2のビームスプリッター
 125 . . . 散乱層
 126 . . . 光ディスク
 127 . . . 光学フィルター
 128 . . . 記録層スタック
 129 . . . チルトセンサー

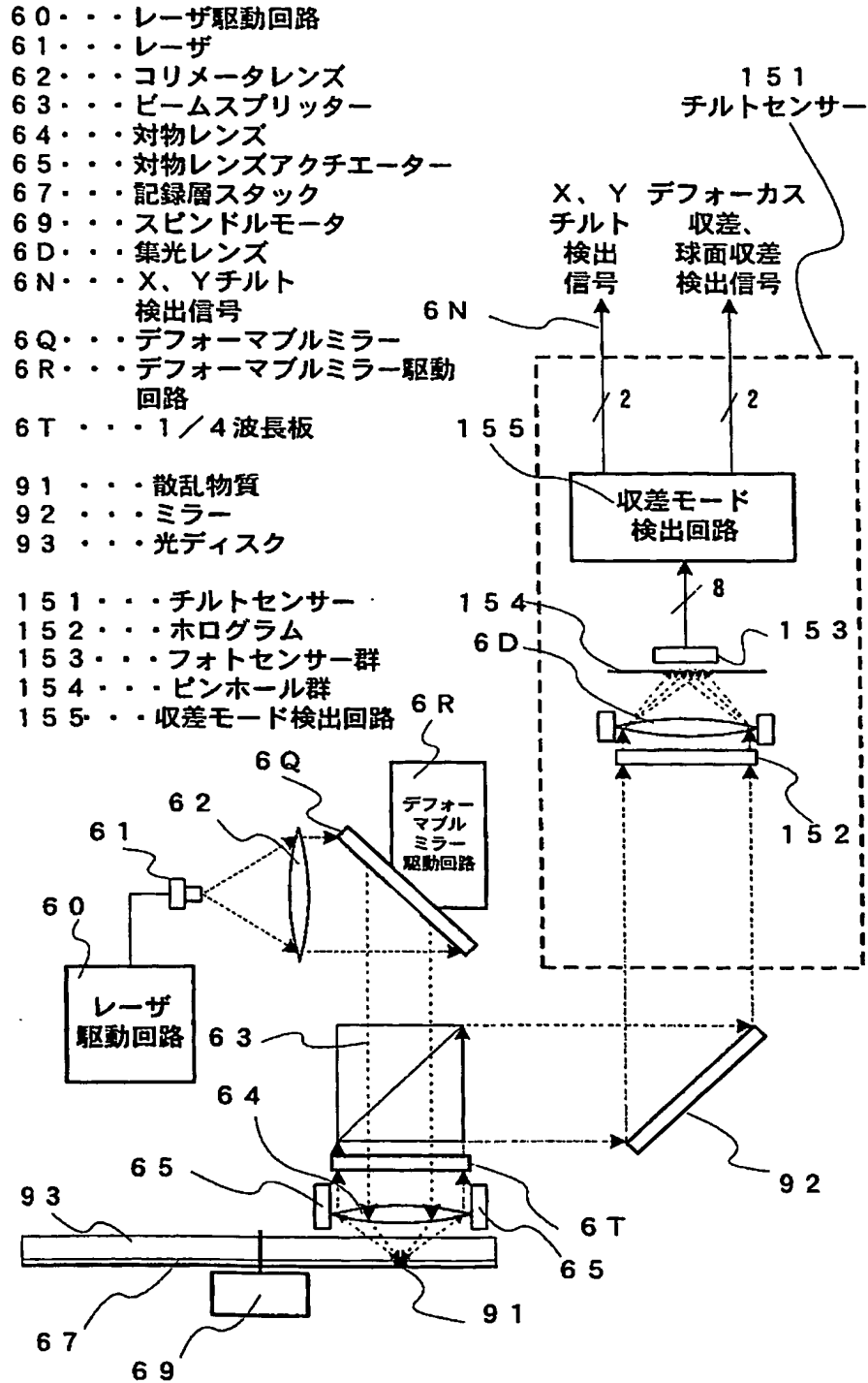


【図 14】

- 140・・・光ディスク
 141・・・透過側対物レンズ
 142・・・透過側対物レンズアクチエータ
 143・・・サーボコントローラ
 144・・・チルトセンサー
 145・・・ホログラム
 146・・・集光レンズ
 147・・・ピンホール群
 148・・・フォトセンサー群
 149・・・収差モード検出回路



【図15】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】平坦な面よりの反射光でチルト検出は、往路、復路の光路でチルト収差、コマ収差がキャンセルされてしまい、収差自体が検出できなかった。

【解決手段】記録層に平行な反射層を設け、記録層に集光している時に反射層よりの反射光のチルト収差、又は、コマ収差を検出することでチルト検出を行う。又は、往路光の波面を変形して復路光のチルト収差、又は、コマ収差を検出することでチルト検出を行う。

【選択図】図 6

特願 2 0 0 3 - 4 1 7 7 7 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018578

International filing date: 13 December 2004 (13.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-417774
Filing date: 16 December 2003 (16.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse